

Wertigkeit der radiologischen Diagnostik des Schädel-Hirn-Traumas im Kindesalter

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Anne Lisa Maas
aus Ulm

Gießen 2014

Abteilung für Kinderradiologie
der Justus-Liebig-Universität Gießen
ehemaliger Direktor: Univ.-Prof. Dr.med. G.Alzen

Betreuer: Prof. Dr. G. Alzen
Gutachter: Prof. Dr. G. Krombach

Tag der Disputation: 30.10.2015

Inhalt

1 EINLEITUNG	1
1.1 BEDEUTUNG DES SCHÄDEL-HIRN-TRAUMAS IM KINDESALTER	1
1.2 DIAGNOSTIK	3
1.3 STRAHLENEXPOSITION	4
1.4 FRAGESTELLUNG	6
2 MATERIAL UND METHODEN	7
2.1 STUDIENDESIGN	7
2.2 KOLLEKTIV	7
2.3 DIAGNOSTISCHE GERÄTE UND HARDWARE.....	7
2.4 ZIELPARAMETER.....	8
2.5 DATENERHEBUNG UND STATISTIK	8
3 ERGEBNISSE	10
3.1 ERSTES PATIENTENKOLLEKTIV (1997 BIS 2003)	10
3.1.1 PATIENTENINFORMATION	10
3.1.2 UNFALLURSACHE	10
3.1.3 VORERKRANKUNGEN.....	11
3.1.4 INTOXIKATION	11
3.1.5 ZUSTAND DER PATIENTEN NACH DEM EREIGNIS	11
Amnesie	12
Bewusstseinsstörung.....	12
EEG	13
Kopfverletzungen	14
Begleitverletzungen am Körper.....	15
3.1.6 BILDGEBENDE DIAGNOSTIK.....	16
Sonographie des Schädels	16
Röntgenaufnahmen des Schädels in zwei Ebenen.....	17
Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule	18
Kranielle Computertomographie	18

CT der Nasennebenhöhlen	20
CT des Felsenbeins	20
MRT- Aufnahmen	21
3.1.7 STATIONÄRE BETREUUNG	21
3.1.8 DIAGNOSE LAUT AKTE	22
3.2 ZWEITES PATIENTENKOLLEKTIV (2009 BIS 2010).....	23
3.2.1 PATIENTENINFORMATION	23
3.2.2 UNFALLURSACHE	23
3.2.3 VORERKRANKUNGEN.....	24
3.2.4 INTOXIKATION	24
3.2.5 ZUSTAND DES PATIENTEN NACH DEM EREIGNIS	24
Amnesie	24
Bewusstseinsstörung.....	25
Neurologischer Befund bei Aufnahme	25
EEG	25
Kopfverletzungen	26
Begleitverletzungen am Körper.....	27
3.2.6 BILDGEBENDE DIAGNOSTIK.....	27
Sonographie des Schädels	27
Röntgenaufnahmen des Schädels in zwei Ebenen.....	29
Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule	29
Kranielle Computertomographie	29
CT der Nasennebenhöhlen	31
CT des Felsenbeins	31
MRT-Aufnahmen	31
Reihenfolge der Bildgebung.....	32
3.2.7 STATIONÄRE BETREUUNG	33
3.2.8 DIAGNOSE LAUT AKTE	33
3.3 VERGLEICH DER PATIENTENKOLLEKTIVE	34
3.3.1 PATIENTENINFORMATION	34
3.3.2 UNFALLURSACHE	34
3.3.3 VORERKRANKUNGEN.....	35
3.3.4 INTOXIKATION	36
3.3.5 ZUSTAND DES PATIENTEN NACH DEM EREIGNIS	36

3.3.6 BILDGEBENDE DIAGNOSTIK.....	41
3.3.7 STATIONÄRE BETREUUNG	41
3.4 KRITERIEN LAUT LEITLINIEN.....	41
3.5 DARSTELLUNG DER ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN EINZELNEN VARIABLEN DER GRUPPE VON 1997 BIS 2003	47
3.5.1 GESCHLECHT UND UNFALLURSACHE.....	47
3.5.2 NEUROLOGISCHER BEFUND UND BILDGEBUNG	47
3.5.3 BEWUSSTSEINSZUSTAND UND BILDGEBUNG.....	48
3.5.4 UNFALLURSACHE UND KOPFVERLETZUNG	48
3.6 DARSTELLUNG DER ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN EINZELNEN VARIABLEN DER GRUPPE VON 2009 BIS 2010	49
3.6.1 GESCHLECHT UND UNFALLURSACHE.....	49
3.6.2 NEUROLOGISCHER BEFUND UND BILDGEBUNG	49
3.6.3 UNFALLURSACHE UND KOPFVERLETZUNG	50
4 DISKUSSION.....	51
4.1 DISKUSSION DER ERGEBNISSE	51
4.2 GRENZEN DER STUDIE	57
4.3 BEDEUTUNG DER STUDIE	58
4.4 AUSBLICK.....	59
5 SCHLUSSFOLGERUNG.....	61
6 ZUSAMMENFASSUNG.....	63
7 SUMMARY.....	67
8 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	71
9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	72
10 TABELLENVERZEICHNIS	73
11 LITERATURVERZEICHNIS	75

12 ANHANG	78
13 EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG	79
14 DANKSAGUNG	80
15 TABELLARISCHER LEBENSLAUFEHLE! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.	

1 Einleitung

1.1 Bedeutung des Schädel-Hirn-Traumas im Kindesalter

Oskar Matzerath, die Hauptfigur aus Günther Grass' Roman „Die Blechtrommel“, fällt beim Versuch an den begehrten Himbeersirup im obersten Regal zu gelangen auf den Kopf und stellt anschließend das Wachstum ein.

Zwar ist das Schicksal des für immer im Körper eines Dreijährigen gefangenen Oskar der Fantasie des Schriftstellers entsprungen, doch ist die beschriebene Wachstumshemmung beim Kind nach einem Sturz auf den Schädel keineswegs reine Fiktion.

Stürze auf den Kopf sind häufige Verletzungen bei Kindern, welche abhängig von Unfallhergang und der Schwere des Traumas unterschiedlichste Folgen nach sich ziehen, einschließlich psychischer und hormoneller Veränderungen.

Das Schädel-Hirn-Trauma (SHT) im Kindesalter zeigt sich als ein komplexes und heterogenes Krankheitsbild, welches eine große Herausforderung in den Bereichen der Diagnostik und Therapie darstellt [1]. In Deutschland erleiden jährlich circa 100 000 Personen eine Schädel-Hirn-Verletzung. 50% dieser Verletzten sind jünger als 25 Jahre [2]. Nach anderen Quellen erleiden durchschnittlich 330 von 100000 Deutschen eine Schädel-Hirn-Verletzung, davon sind 28% Kinder und Jugendliche, 15 % Kinder unter 5 Jahren [3]. Das SHT stellt eine bedeutende Todesursache bei Kindern unter 15 Jahren dar [4]. Kinder erleiden im Vergleich zu Erwachsenen überdurchschnittlich oft Verletzungen im Schädelbereich [5,6]. Aufgrund anatomischer Gegebenheiten reagieren Kinder, insbesondere Kleinkinder und Säuglinge, empfindlich auf Beschleunigungsbewegungen.

Die schwache Nackenmuskulatur und der im Verhältnis zum restlichen Körper große Kopf bewirken eine geringe Kontrollfähigkeit beim Einwirken von Scherkräften. Subduralblutungen (SDB), retinale Blutungen oder diffuse axonale Hirnschäden (diffuse axonal injury, DAI) in Form einer akuten Enzephalopathie können Folge einer solchen Krafteinwirkung sein, beispielsweise bei einem Autounfall oder insbesondere bei Kindesmisshandlung („shaken impact syndrome“) [7]. Der große Liquorraum, die offenen Schädelnähte und die Fontanellen geben dem Gehirn viel Beweglichkeit im Schädel, was die Vulnerabilität des Säuglingsgehirns noch verstärkt [8].

Im Fall eines Polytraumas bei Kindern liegt bei bis zu 60% ein SHT vor. Meist handelt es sich um ein geschlossenes SHT.

Neben SDB und DAI treten bei Schädel-Hirn-Verletzungen extrakranielle Blutungen auf, vor allem bei Entbindungen (2%). Epidurale Hämatome sind häufig mit Frakturen verbunden, welche über die Suturen hinwegziehen. Subdurale Hämatome können sowohl durch direkte als auch indirekte Gewalteinwirkung entstehen. Als häufigste Parenchymläsion treten Hirnkontusionen bei Anstoßen des Gehirns an der Kalotte auf [9].

Spätfolgen und Komplikationen eines SHT umfassen Spastiken oder Lähmungen, Hirnstammeinklemmung, Druckerhöhung und psychomotorische Störungen wie auch Verhaltensänderungen und Lernschwierigkeiten. Eine häufig unterschätzte Folge stellt eine auf ein SHT folgende Hypophyseninsuffizienz dar. Die dadurch bedingte hormonelle Wachstumsstörung hat mit der Figur des Oskar Matzerath aus der Blechtrommel sogar Einzug in die Literatur gefunden [10,11].

Des Weiteren werden in Studien erhöhte Anfallsbereitschaft und Kleinhirnatrophien beschrieben [12,13]. Auch eine vermehrte Ängstlichkeit und Unruhe nach dem Ereignis wird beobachtet [12,13]. So wird bei Verletzungen des Temporallappens über Verhaltensmuster ähnlich der posttraumatischen Belastungsstörung berichtet. Ist der orbitofrontale Kortex geschädigt, besteht möglicherweise ein Risiko für ein höheres Unruhe- und Ängstlichkeits-Niveau [14,15]. Verhaltensänderungen oder Probleme im Schulunterricht können sogar von nur leichten SHT verursacht werden [16].

Wie das sich entwickelnde Gehirn auf eine Schädigung reagiert ist also abhängig von Art, Lokalisation und Schwere der Verletzung.

Beim Kind fällt die Verletzung und anschließende Wundheilung außerdem mit Reifungsprozessen im sich entwickelnden Gehirn zusammen. Eine Therapie muss daher sekundäre Gewebeschäden eindämmen und darf die Gehirnentwicklung nicht behindern. Trotz Fortschritten in Monitoring und neurologischer Intensivmedizin beschränkt sich die Behandlung oft auf lediglich supportive Maßnahmen, welche den Heilungsprozess beschleunigen sollen, jedoch nicht aktiv zur Heilung beitragen, da die zugrundeliegenden Pathomechanismen beim SHT noch nicht ganz verstanden sind [17].

Eine schnelle und zielgerichtete Diagnostik ist von großer Wichtigkeit, um dringend therapiebedürftige Fälle von solchen abzugrenzen, welche lediglich supportiv oder gar nicht behandelt werden müssen.

1.2 Diagnostik

Zur Diagnostik des SHT werden in der Kinderradiologie Sonographie, konventionelles Röntgen, MRT des Schädels und kranielle Computertomographie eingesetzt.

In Leitlinien und Literatur herrschen teilweise unterschiedliche Angaben zur Indikation und Notwendigkeit der verschiedenen diagnostischen Maßnahmen [5,10].

Die Sonographie wird in der Regel bei Patienten mit fehlenden oder geringen neurologischen Symptomen eingesetzt, da die Patienten bei dieser Untersuchung keiner Strahlenbelastung ausgesetzt sind. Es stehen diverse Ultraschallmodalitäten mit jeweils spezieller Zielsetzung zur Verfügung.

Bei Kindern bis ca. 18 Monaten ist eine Sonographie durch die Fontanelle das Standardverfahren. Hierbei kann jedoch nur Einsicht auf das Ventrikelsystem erfolgen, parietale Hirnanteile sind nicht beurteilbar. Um Hirnblutungen oder Hygrome beurteilen bzw. ausschließen zu können ist ein transkranieller Schall geeignet und somit bei Verdacht auf ein SHT das bevorzugte Verfahren. Ideal ist eine Kombination aus einem Schall durch die Fontanelle, sofern noch nicht geschlossen, und einer transkraniellen Untersuchung. Gegebenenfalls kann bei einem Verdacht auf erhöhten Hirndruck eine Sonographie des N. opticus erfolgen. Zur Beurteilung von eventuellen verletzungsunabhängigen Gefäßfehlbildungen, Ödemen oder Tumoren kann eine Dopplersonographie hilfreich sein. Zusammenfassend spielt somit bei der Notfalldiagnostik der transkranielle Ultraschall, wenn möglich in Kombination mit einem Ultraschall durch die Fontanelle, die bedeutendste Rolle unter den Ultraschallmodalitäten.

Auf einen auffälligen Ultraschallbefund kann eine CT folgen [5]. Bei auffälliger Neurologie und nicht pathologischem Sonographiebefund ist gegebenenfalls eine CT zum Ausschluss kalottennaher Blutungen indiziert, da diese im Ultraschall leicht übersehen werden [10].

Eine CT kann bei Verdacht auf eine Schädelbasisfraktur, ein Hirnödem oder eine intrakranielle Blutung durchgeführt werden. In der Literatur [5] wird die obligatorische

Notwendigkeit einer CT-Aufnahme ab einer GCS < 8 diskutiert. Sie ist schneller verfügbar, leichter durchzuführen und kosteneffektiver als die MRT-Aufnahme [5].

Das MRT ist sensitiv bei Nachweis von Verletzungen des Parenchyms und unterschiedlich alten Blutungen. Auch axonale Verletzungen, welche vermehrt bei Kindesmisshandlung auftreten, lassen sich mit dem MRT gut feststellen. Jedoch wird das MRT selten zu Beginn der Diagnostik eingesetzt, da die lange Untersuchungsdauer und die Notwendigkeit einer Sedierung oder Narkose die Anwendung einschränken [5].

Die konventionelle Röntgenaufnahme dient dem Frakturnachweis. Lineare Schädelfrakturen wie fissurale Frakturen und Berstungsfrakturen bedürfen meist keiner Therapie [10,18]. Bei Schädelfrakturen besteht jedoch, wenn auch selten, die Gefahr des Wachstums des Frakturspalts. Dieser lässt sich als tastbare Rinne im Schädel erfassen und tritt meist bis zum 3. Lebensjahr auf. Aufgrund eines Vorfalls der Arachnoidea durch einen Spalt in der Dura und der Pulsation des Gehirns führt die vorgefallene Zyste zu einem Wachsen des Dura- und des Frakturspalts. Hier ist eine Röntgenaufnahme auch im Verlauf indiziert und es muss eine operative Behandlung erfolgen [8,19]. Perforierende Frakturen oder Impressionsfrakturen können Lufteinschlüsse oder den Einschluss eines Fremdkörpers nach sich ziehen, weshalb diese ebenfalls einer Röntgenaufnahme und einer anschließenden operativen Therapie bedürfen [18].

Zusammenfassend sollte also eine Röntgenaufnahme des Schädels durchgeführt werden, wenn Verdacht besteht auf Kindesmisshandlung mit multiplen Frakturen, auf Impressionsfrakturen, Gesichtsfrakturen, doppelseitige Schädelfrakturen oder Verletzungen mit Eindringen von Fremdkörpern. Für die SHT-Diagnostik an sich besitzt die Röntgenaufnahme keinen hohen Stellenwert, ist jedoch bei Verdacht auf oben genannte Verletzungen indiziert [5].

1.3 Strahlenexposition

Die meisten bildgebenden Untersuchungen gehen mit einer Exposition ionisierender Strahlung einher. Eine Strahlenexposition ist nur zulässig, wenn ein medizinischer Nutzen mit der Untersuchung einhergeht. Insbesondere bei Kindern sollte eine Indikation zur Strahlenanwendung streng gestellt werden, da Kinder eine höhere Strahlenempfind-

lichkeit aufweisen. Die optimale Strahlendosis sollte sich nach dem ALARA- Prinzip („as low as reasonably achievable“) richten.

Zum einen befindet sich bei wachsenden Kindern mehr Gewebe in der Mitosephase als beim Erwachsenen. Der Stoffwechsel der DNA wird durch Strahlung gestört, weshalb Gewebe, welches diese Phase durchläuft, besonders strahlengefährdet ist. Insbesondere Säuglinge und Kleinkinder sind aufgrund des proportional schnelleren Wachstums besonders gefährdet. Des Weiteren absorbiert das stärker wasserhaltige Gewebe des Kindes Strahlung in höherem Maße, weshalb im Vergleich zu Erwachsenen höhere Dosen benötigt werden um eine bestimmte Gewebedicke zu durchdringen. Drittens sind Kinder als potentielle Eltern zu sehen. Eine Schädigung der Keimbahn im Kindesalter kann zu Fehlbildungen bei Nachkommen der jungen Patienten führen. Zuletzt bedingt der Körperbau des Kindes, dass größere Bereiche des Körpers innerhalb eines Strahlenfelds bei Röntgen- oder CT-Untersuchungen liegen [20].

Zwar bietet der Fortschritt in der Medizintechnik viele Chancen Verletzungen schnell und sicher zu lokalisieren. Doch birgt eine Weiterentwicklung und bessere Verfügbarkeit der Geräte, insbesondere der Computertomographen, auch das Risiko, verfrühte und überflüssige Aufnahmen zu fertigen. So ist bei einer im Verlauf zunehmend schlechter werdenden Verfassung des Kindes ohnehin mit der Durchführung einer CT zu rechnen. Eine CT direkt nach der Einlieferung ins Krankenhaus kann sich entwickelnde Blutungen möglicherweise noch nicht aufzeigen und böte somit eine unnötige Strahlenbelastung sowie auch eine falsche Sicherheit. Ebenso sollte, um eine doppelte Strahlenbelastung zu verhindern, von einer initialen CT-Untersuchung abgesehen werden, wenn eine Operation mit ohnehin anstehender CT-Aufnahme geplant ist. Des Weiteren besteht die Gefahr, die CT als einfache und schnelle Lösung einzusetzen, um den Patienten anschließend ohne stationäre Aufnahme zu entlassen. Insbesondere im Nachtdienst könnte der Untersucher geneigt sein, die Praktikabilität und Schnelligkeit der CT zu nutzen, um Zeit und Aufwand zu sparen. Somit würden Kinder unnötiger Strahlung ausgesetzt, anstatt abzuwarten und anhand der während einer stationären Überwachung beobachteten neurologischen Befunde über das weitere Vorgehen zu entscheiden. Somit liegt eine wachsende Bedeutung in einer ausführlichen Dokumentation von Anamnese und Untersuchungsbefunden im Verlauf, sowie einer regen Kommunikation zwischen den verschiedenen behandelnden Institutionen.

Diese Arbeit setzt sich daher als Ziel, eine Wertigkeit in der Diagnostik des SHT im Kindesalter festzulegen. Dabei ist es in erster Linie wichtig, mit der Bildgebung einerseits ausreichend Information für ein weiteres Vorgehen oder eine Therapie zu sammeln, andererseits aber Überdiagnostik und unnötige Strahlenbelastung zu vermeiden.

1.4 Fragestellung

Folgende Fragen sollen in dieser Studie beantwortet werden:

Mit welchen bildgebenden Verfahren lässt sich ein Schädel-Hirn-Trauma im Kindesalter am besten diagnostizieren?

Welche Voruntersuchungen werden zur radiologischen Diagnostik des Schädel-Hirn-Traumas benötigt bzw. eingesetzt, bevor die Patienten in der Radiologie vorstellig werden?

Welches Vorwissen ist erforderlich, um eine adäquate Diagnostik zu leisten?

Sind die Informationen der überweisenden Institutionen ausreichend, um die adäquaten bildgebenden Methoden für den jeweiligen Patienten zu bestimmen?

Lässt sich ein unnötiger Einsatz strahlenbelastender Maßnahmen erkennen?

Lässt sich eine Ursache für eine mögliche Überdiagnostik erkennen, wie beispielsweise die unzureichende Berücksichtigung strahlenfreier Untersuchungen oder die mangelhafte Dokumentation der Voruntersuchungen?

Inwieweit ist die diagnostische Vorgehensweise in der Kinderradiologie Gießen an den Richtlinien der AWMF orientiert?

Ist im Vergleich zu den Vorjahren eine Dynamik im Untersuchungshergang erkennbar?

Ziel der Bildgebung ist es, eine geeignete Therapieentscheidung zu treffen. Inwieweit wird dieses Ziel erfüllt? Gibt es Veränderungen im Vergleich zu den Vorjahren?

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Es handelt sich um eine retrospektive, statistisch-epidemiologische Studie. Dieses Design wurde gewählt, um rückblickend eine mögliche Entwicklung in der Diagnostik des SHT im Kindesalter am Standort Gießen aufzuzeigen.

Für die Untersuchung lag ein zustimmendes Votum der Ethikkommission des Fachbereichs Medizin des Universitätsklinikums Gießen vor. (Sitzung am 15.09.2011, AZ 184/11)

2.2 Kollektiv

Retrospektiv wurden Patientendaten der Kinderradiologie des Universitätsklinikums Gießen/ Marburg (UKGM) am Standort Gießen gesichtet. Betrachtet wurden Patienten, welche nach aktueller traumatischer Einwirkung zur Abklärung eines Schädel-Hirn-Traumas im Zeitraum 30.08.1997-07.09.2003 ($n_1 = 452$) und 01.01.2009-01.09.2010 ($n_2 = 364$, also $n = 816$) vorstellig geworden waren. Die Patientinnen und Patienten waren zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen 0 und 18 Jahre alt.

2.3 Diagnostische Geräte und Hardware

In der Abteilung für Kinderradiologie des UKGM am Standort Gießen werden für die Ultraschalluntersuchung seit 1997 die Geräte Acuson elegra und Acuson elegra advanced der Marke Siemens (Erlangen) verwendet. Die Ultraschallgeräte sind mit 3,5 -5 MHz Curved Array Schallköpfen (5.0C50), sowie 7-9 MHz Linear- und Trapezschallköpfen (7.5L40) ausgestattet.



Abb.1 5.0C50 Curved Array Ultraschallsonde, Siemens (Erlangen)



Abb.2 7.5 L40 Linear/Trapez Ultraschallsonde, Siemens (Erlangen)

Seit 2009 werden zusätzlich Acuson S 2000 Geräte der Firma Siemens verwendet, ausgestattet mit 1-4,5 MHz Schallköpfen (4C1) und 4-9MHz Schallköpfen (9L4).



Abb.3 4C1 Curved Array Ultraschallsonde, Siemens (Erlangen)



Abb.4 9L4 Linear Ultraschallsonde Siemens (Erlangen)

Zur CT Untersuchung wird von der Kinderklinik das Einzeiler CT SOMATOM Balance von Siemens (Erlangen) verwendet. Im Schockraum der Unfallchirurgie wird seit 2010 ein SOMATOM Sensation verwendet.

Zur Datenerhebung und statistischen Auswertung wurden das radiologische Informationssystem MEDOS (MEDOS, Langenselbold), sowie die statistischen Programme EXCEL (Microsoft, 2010) und SPSS (IBM SPSS Statistics 20, 2011) verwendet.

2.4 Zielparameter

Als Zielvariablen wurden gewählt:

Geschlecht, Alter, Unfallursache, Vorerkrankungen, Anamnese, bildgebende Verfahren und Diagnose laut Akte. Als bildgebende Verfahren wurden betrachtet: Sonographie, Röntgen, Röntgen der Halswirbelsäule (HWS) kraniale Computertomographie (cCT), CT des Felsenbeins und der Nasennebenhöhlen, Magnetresonanztomographie (MRT), Elektroenzephalographie (EEG). Die Reihenfolge der verschiedenen Bildgebungsmodalitäten wurde ebenfalls beachtet.

2.5 Datenerhebung und Statistik

Die epidemiologischen und klinischen Daten wurden mithilfe des Informationssystem MEDOS (MEDOS, Langenselbold) aus Arztbriefen extrahiert. Informationen wurden gewonnen bezüglich: Geschlecht, Alter, Unfallursache, Vorerkrankungen, Anamnese,

radiologischer Diagnostik und Diagnose laut Akte. Diese Daten wurden mit EXCEL (Microsoft, 2010) in Tabellenform gebracht und verschlüsselt. Zur statistischen Auswertung wurden die verschlüsselten Daten mit dem Programm SPSS (IBM SPSS Statistics 20, 2011) bearbeitet. Korrelationen wurden mit dem χ^2 -Test nach Pearson (Signifikanzniveau $p < 0,05$) geprüft.

3 Ergebnisse

3.1 Erstes Patientenkollektiv (1997 bis 2003)

3.1.1 Patienteninformation

In der ersten Patientengruppe lagen Daten von 452 Patienten vor. Darunter befanden sich 253 (55,79%) Mädchen und 199 (44,03%) Jungen. Das Alter der Patienten lag zwischen 0 und 18 Jahren.

3.1.2 Unfallursache

Tabelle 1 Darstellung der Unfallursachen von 1997 bis 2003

Unfallereignis	Anzahl	%
Sturz aus < 50 cm	132	29,20
Sturz aus 50-200cm	123	27,21
Sturz aus >200 cm	10	2,21
Unfall im Haushalt (kein Sturz)	128	28,32
Verkehrsunfall	39	8,36
Kindesmisshandlung	7	1,55
Unklares/unbeobachtetes Ereignis	13	2,88
Gesamt	452	100

3.1.3 Vorerkrankungen

Tabelle 2 Darstellung der Vorerkrankungen von 1997 bis 2003

Vorerkrankung	Anzahl	%
Infekt	12	17,14
Gerinnungsstörung	3	4,28
Kardiale Erkrankung	2	2,85
Krampfleiden	5	7,14
Degenerative neurologische Defizite	33	47,14
Mehrere Erkrankungen	8	11,43
Sonstige	7	10
Gesamt	70	100

3.1.4 Intoxikation

Eine Veränderung des Bewusstseinszustands durch Vergiftungen jeglicher Art kann zu Traumaereignissen führen und auch die weitere Diagnostik beeinflussen. Bei lediglich einem Patienten (0,22%) wurde eine Vergiftung angegeben. Nähere Angaben dazu waren nicht zu erhalten.

3.1.5 Zustand der Patienten nach dem Ereignis

Der gesundheitliche Zustand des Patienten direkt nach dem Trauma und bei Aufnahme lässt erste Schlüsse über den Schweregrad des Traumas zu und stellt somit die Weichen für weitere radiologische Diagnostik.

Amnesie

Bei 414 Patienten (91,59%) konnte keine Angabe zu einer Amnesie um das Traumaereignis ausgemacht werden, bei 15 lag gesichert keine Amnesie vor.

Tabelle 3 Darstellung des Auftretens einer Amnesie von 1997 bis 2003

Amnesie	Anzahl	%
Retrograde Amnesie	15	65,22
Anterograde Amnesie	1	4,35
Retro- und anterograde Amnesie	2	8,7
Keine Erinnerung an Ereignis	5	21,74
Gesamt	23	100

Bewusstseinsstörung

Bei 90 Kindern lag keine Angabe zu einer Bewusstseinsstörung vor. 333 waren bewusstseinsklar.

Tabelle 4 Darstellung des Auftretens einer Bewusstseinsstörung von 1997 bis 2003

Bewusstseinsstörung	Anzahl	%
abnehmende	26	89,66
zunehmende	3	10,34
Gesamt	29	100

Neurologischer Befund bei Aufnahme

Bei 14 Patienten lag keine Angabe vor, bei 335 ließen sich keine neurologischen Auffälligkeiten feststellen.

Tabelle 5 Neurologischer Befund bei Aufnahme von 1997 bis 2003

Befund	Anzahl	%
Verminderte Motorik	2	1,94
Vegetative Auffälligkeiten	30	29,13
Veränderte Reflexe	2	1,94
Störung der Pupillomotorik	1	0,97
Mehrere Auffälligkeiten	28	27,18
Schwere neurologische Auffälligkeiten	4	3,88
Sonstiges	36	34,95
Gesamt	103	100

Bei 353 der 438 neurologischen Anamnesen war der Untersuchungsbefund wenig ausführlich (1 bis 3 Zeilen) (81,28%). Es lagen 69 durchschnittliche Angaben (4-6 Zeilen) (15,8%) sowie 16 ausführliche Angaben (>6 Zeilen) vor (3,84%).

EEG

In 62 Fällen wurde ein EEG geschrieben (13,72%).

Tabelle 6 Darstellung der EEG-Untersuchungen von 1997 bis 2003

EEG-Befund	Anzahl	%
Allgemeine Veränderungen	9	26,47
Verlangsamung	7	20,59
Hirdbefund	10	29,41
Hypersynchrone Entladung, Krampfbereitschaft	6	17,65
Hirnfunktionsstörung im Frakturbereich	1	2,94
Hirdbefund in Kombination mit sonstigen Veränderungen	1	2,94
Gesamt	34	100

Kopfverletzungen

Tabelle 7 Darstellung des Auftretens von Kopfverletzungen von 1997 bis 2003

Kopfverletzung	Anzahl	%
Schürfwunde	5	15,25
Schwellung	101	33,33
Riss-/Platzwunde	11	3,63
Hämatom	74	24,42
Mehrere	52	17,16
Impression/Stufe/Spalt	2	0,66
Wunde +Impression	19	6,27
Otorrhoe	17	5,61
Epistaxis	2	0,66
Wunde + Otorrhoe/Epistaxis	18	5,94
Liquorrhoe + Otorrhoe + Epistaxis	1	0,33
Sonstiges	1	0,33
Gesamt	303	100

Begleitverletzungen am Körper

Tabelle 8 Darstellung der Begleitverletzungen von 1997 bis 2003

Begleitverletzung	Anzahl	%
Wunde	8	18,18
Prellung/Schwellung	6	13,64
Hämatom	9	20,45
Fraktur	8	18,18
Mehrere	5	11,36
Mehrere leichte äußere Verletzungen + Verletzung am Halteapparat	3	6,82
Innere Verletzung	3	6,82
Innere Verletzung + Verletzung am Halteapparat	1	2,27
Mehrere äußere + innere Verletzungen	1	2,27
Gesamt	44	100

3.1.6 Bildgebende Diagnostik

Sonographie des Schädels

Tabelle 9 Darstellung der Sonographie Befunde von 1997 bis 2003

Sonographie-Befund	Anzahl	%
Weichteilschwellung	5	6,17
Weichteilschwellung + nicht unfallbedingte Ver- letzung	1	1,23
Benigne Effusionen	1	1,23
Galeahämatom/subgalealesHämatom/Liquorkissen	27	33,33
Kalottenfraktur	8	9,88
Kalottenfraktur + Weichteilschwellung	22	27,16
Hygrom	3	3,7
Seitendifferenz	2	2,47
Hirndruckzeichen	2	2,47
Hirndruckzeichen + Kalottenfraktur	2	2,47
Hirndruckzeichen + nicht unfallbed. Verletzung	1	1,23
Blutung + Kalottenfraktur + Weichteilschwellung	4	4,94
Sonstiges	3	3,7
Gesamt	81	100

Die Sonographie ist nur bei Kindern unter 18 Monaten eine sinnvolle Untersuchungsmaßnahme. In der Zeit von 1997 bis 2003 waren 260 Kinder unter 18 Monaten mit Verdacht auf SHT vorgestellt worden. Davon haben 229, also 88 % eine Sonographie erhalten, 5 (2%), eine CT. Bei 18 Kindern (7%), wurden beide Methoden angewendet.

Tabelle 10 Darstellung der verwendeten Sonographie-Modalitäten von 1997 bis 2003

Modalität	Anzahl	%
Fontanelle	17	5,82
Transkraniell	20	6,85
Kombination 2 Mod.	147	50,34
Kombination 3 Mod.	81	27,74
Kombination 4 Mod.	2	0,68
Doppler der Hirngefäße	7	2,4
N.opticus	18	6,16
Gesamt	292	100

Röntgenaufnahmen des Schädels in zwei Ebenen

Von den 452 Patienten erhielten insgesamt 50 (11%) eine Röntgenaufnahme.

Tabelle 11 Darstellung der Röntgenaufnahmen des Schädels in zwei Ebenen von 1997 bis 2003

Röntgenbefund	Anzahl	%
Verdacht auf Fraktur	2	4
Weichteilschwellung	2	4
Erguss Sinus maxillaris	1	2
Verschattung Nasennebenhöhlen + Orbitaboden	1	2
Kalottenimpressionsfraktur	2	4
Kalottenfraktur	34	68
Kalottenfraktur + Weichteilschwellung	1	2
Orbita-/Gesichtsschädel	4	8
Schädelbasisfraktur	2	4
Schädelbasis + Kalottenfraktur	1	2
Gesamt	50	100

Röntgen der Halswirbelsäule

21 von 452 Patienten erhielten eine Röntgenaufnahme der Halswirbelsäule, was 4,65 % entspricht. Alle Aufnahmen waren ohne pathologischen Befund.

Kranielle Computertomographie

Insgesamt erhielten 136 Kinder (30,09%) eine CT-Untersuchung. Bei 67 Kindern lag kein pathologischer Befund vor.

Tabelle 12a Darstellung der CT Befunde von 1997 bis 2003

Befund	Anzahl	%
Fraktur	30	43,48
Hirnverletzung	8	11,59
Kombination Fraktur/ Hirnverletzung	20	28,99
Sonstige	11	15,94
Gesamt	69	100

Tabelle 12b Darstellung der in der CT gefundenen Frakturen von 1997 bis 2003

Fraktur	Anzahl	%
Gesichtsschädel/Orbitaboden/ Frontalzahntrauma	4	13,33
Frontobasal	3	10
Felsenbein	1	3,33
Kalotte	13	43,33
Gesichtsschädel + Schädelbasis	8	26,66
Schädelbasis + Kalotte	1	3,33
Gesamt	30	100

Tabelle 12c Darstellung der in der CT gefundenen Hirnverletzungen von 1997 bis 2003

Hirnverletzung	Anzahl	%
Verletzung des Hirnparenchyms	5	62,5
Hirnödem	1	12,5
Blutung	3	37,5
Gesamt	8	100

Tabelle 12d Darstellung kombinierter CT Befunde von 1997 bis 2003

Kombination	Anzahl	%
Schädelbasisfraktur + Verletzung Hirnparenchym	4	20
Kalottenfraktur + Verletzung Hirnparenchym	13	65
Schädelbasisfraktur + Kalottenfraktur + Verletzung des Hirnparenchyms	3	15
Gesamt	20	100

Tabelle 12e Darstellung der sonstigen CT Befunde von 1997 bis 2003

Sonstige	Anzahl	%
Hämatom außen	3	27,27
Asymmetrisches Ventrikelsystem	2	1,18
Nicht unfallbedingte Verletzung	4	36,36
Benigne Effusionen	1	9,09
Sonstige unspezifische Auffälligkeit	1	9,09
Gesamt	11	100

CT der Nasennebenhöhlen

Tabelle 13 CT der Nasennebenhöhlen von 1997 bis 2003

Befund	Anzahl	%
Polypen/Lidphlegmone	1	7,14
Gesichts-/Nasenbeinfraktur	3	21,43
Frontobasale Fraktur	2	14,29
Orbitabodenfraktur	2	14,29
Gesichts-/ Nasenbeinfraktur + frontobasale Fraktur	3	21,43
Liquorfistel/Einblutung/Flüssig- keitsspiegel	1	7,14
Obere Einklemmung	2	14,29
Gesamt	14	100

CT des Felsenbeins

Tabelle 14 CT des Felsenbeins von 1997 bis 2003

Befund	Anzahl	%
Schädelbasisfraktur	5	62,5
Felsenbeinfraktur	1	12,5
Verschattung Mittelohr	1	12,5
Kalotten- + Schädelba- sisfraktur	1	12,5
Gesamt	8	100

Tabelle 15 Aussagekraft der neurologischen Untersuchung in Bezug auf CT-Befund von 1997 bis 2003

Befund	Pathologischer CT-Befund	Unauffälliger CT-Befund	Gesamt
Auffällige Neurologie	35	38	73
Unauffällige Neurologie	32	28	60
Gesamt	67	66	133

Sensitivität =52,24% Spezifität= 42,42%, PPV=47,95%, NPV=49,62% Bei 3 Patienten fehlende Angabe zu neurologischem Befund.

MRT- Aufnahmen

Tabelle 16 Darstellung der MRT-Befunde von 1997 bis 2003

Befund	Anzahl	%
Alte Blutung	2	14,29
Liquorzirkulationsstörung	2	14,29
Subgaleales Hämatom	2	14,29
Kombination alte Blutung + subgaleales Hämatom	1	7,14
Kombination alte Blutung + Sonstiges	1	7,14
Hirnödem	1	7,14
Hirnblutung	2	14,29
Sonstiges	3	21,43
Gesamt	14	100

3.1.7 Stationäre Betreuung

Die Entscheidung, ob ein Kind nach einem Traumaereignis stationär aufgenommen und betreut werden muss, fällt aufgrund der klinischen und apparativen Diagnosen. Bei ei-

ner Person (0,22 %) der ersten Gruppe lagen keine Angaben vor, ob eine stationäre Aufnahme erfolgt war.

Tabelle 17 Darstellung der auf den Unfall folgenden Betreuung von 1997 bis 2003

Aufnahmestatus	Anzahl	%
stationär	251	55,53
ambulant	200	44,25

Die Liegedauer variierte zwischen 0 und 60 Tagen. Von den 200 ambulant behandelten Patienten hatten 13 eine CT erhalten, was 6,5% entspricht. Davon waren 8 Befunde unauffällig, bei zwei lagen nicht unfallbedingte Veränderungen vor, bei dreien lagen Kallottenfrakturen vor.

3.1.8 Diagnose laut Akte

Tabelle 18 Darstellung der Diagnosen laut Akte von 1997 bis 2003

Diagnose	Anzahl	%
Keine Angabe	12	2,65
Schädelprellung	59	13
Schädelfraktur	56	12,39
SHT 1°/ Commotio cerebri	120	26,55
SHT 2°	6	1,33
SHT 3°	1	0,2
Sonstige Schädelverletzung / Erkrankung	33	7,3
Sonstige Erkrankung	27	5,97
Sonstiges (Soziale Schwierigkeiten, Frühgeborenes, Nikotinabusus, Intoxikation, Ausschluss von..., Verdacht auf..., fragliche EK ...)	99	21,9
Kombinationen aus Fraktur/Prellung/Commotio	39	8,63

3.2 Zweites Patientenkollektiv (2009 bis 2010)

3.2.1 Patienteninformation

Von den 364 Patienten waren 191 (52,5%) Mädchen und 171 (47,0%) Jungen. Bei 2 Kindern (0,5%) war das Geschlecht nicht sicher dokumentiert, vermutlich wegen nicht geschlechtsspezifischer Namen. Im ausgewählten Zeitraum fanden sich 364 Kinder zur Abklärung eines Schädelhirntraumas in der Kinderklinik Gießen ein. Davon wurden in diesem Zeitraum 4 Patienten jeweils zweimal aufgrund unabhängiger Ereignisse vorgestellt. Daher muss in Gruppe 2 die Untersuchungszahl betrachtet werden, welche von der absoluten Patientenzahl um 4 abweicht. Sie beträgt also damit 368.

3.2.2 Unfallursache

Tabelle 19 Darstellung der Unfallursachen Gruppe von 2009 bis 2010

Unfallereignis	Anzahl	%
Sturz aus < 50 cm	76	19,8
Sturz aus 50-200cm	88	23,9
Sturz aus >200 cm	18	4,9
Unfall im Haushalt (kein Sturz)	55	14,95
Verkehrsunfall	14	3,8
Kindesmisshandlung	1	0,3
Unklares/unbeobachtetes Ereignis	115	31,3
Selbstaggression	1	0,3
Gesamt	368	100

3.2.3 Vorerkrankungen

Tabelle 20 Darstellung der Vorerkrankungen von 2009 bis 2010

Vorerkrankung	Anzahl	%
Infekt	12	28,57
Kardiale Erkrankung	7	16,66
Krampfleiden	4	9,52
Degenerative neurologische Defizite	3	7,14
Mehrere Erkrankungen	6	14,29
Sonstige	10	23,81
Gesamt	42	100

3.2.4 Intoxikation

Bei einer Patientin führte ein Sturz unter Alkoholeinfluss zur Vorstellung in der Kinderklinik.

3.2.5 Zustand des Patienten nach dem Ereignis

Amnesie

Tabelle 21 Darstellung des Auftretens einer Amnesie von 2009 bis 2010

Amnesie	Anzahl	%
Retrograde Amnesie	4	50
Keine Erinnerung an Ereignis	4	50
Gesamt	8	100

Bewusstseinsstörung

172 Patienten waren bewusstseinsklar, zu 171 fanden sich keine Angaben bezüglich des Bewusstseins.

Tabelle 22 Darstellung des Auftretens einer Bewusstseinsstörung von 2009 bis 2010

Bewusstseinsstörung	Anzahl	%
abnehmende	6	24
zunehmende	12	48
Bewusstseinsstörung ohne nähere Angabe	7	28
Gesamt	25	100

Neurologischer Befund bei Aufnahme

182 Patienten wiesen keinen pathologischen Befund auf, bei 169 konnte keine Angabe gefunden werden.

Tabelle 23 Darstellung der neurologischen Befunde von 2009 bis 2010

Befund	Anzahl	%
Vegetative Auffälligkeiten	6	35,29
Störung der Pupillomotorik	3	17,65
Mehrere Auffälligkeiten	2	11,76
Sonstiges	6	35,29
Gesamt	17	100

Bei 187 der 199 neurologischen Anamnesen war der Untersuchungsbefund wenig ausführlich (1 bis 3 Zeilen) (93,97%). Es lagen 4 durchschnittliche Angaben (4-6 Zeilen) (2%) sowie 7 ausführlichen Angaben (>7 Zeilen) vor (3,52%).

EEG

Es wurden 18 EEG-Untersuchungen durchgeführt, 12 wiesen keinen pathologischen Befund auf.

Tabelle 24 Darstellung der EEG-Untersuchungen von 2009 bis 2010

Befund	Anzahl	%
Verlangsamung	3	50
Sonstiges	3	50
Gesamt	6	100

Kopfverletzungen

5 Kinder wiesen gesichert keine Kopfverletzung auf.

Tabelle 25 Darstellung der Kopfverletzungen von 2009 bis 2010

Kopfverletzung	Anzahl	%
Schürfwunde	4	2,25
Schwellung	22	17,19
Riss-/Platzwunde	7	3,93
Hämatom	107	60,11
Mehrere	18	10,11
Impression/Stufe/Spalt	1	0,56
Mehrere äußere Verletzungen +Stufe	2	1,12
Epistaxis	5	2,81
Liquorrhoe + Otorrhoe + Epistaxis	1	0,56
Mehrere äußere Verletzungen+ Hinweis auf innere Verletzungen	6	3,37
Sonstiges	5	2,81
Gesamt	178	100

Begleitverletzungen am Körper

Tabelle 26 Darstellung der Begleitverletzungen von 2009 bis 2010

Begleitverletzung	Anzahl	%
Wunde	4	15,38
Hämatom	2	7,69
Fraktur	10	38,46
Mehrere	5	19,23
Verletzung am Halteapparat	2	7,69
Mehrere äußere Verletzungen + Verletzung am Halteapparat	1	3,84
Innere Verletzung	1	3,84
Gesamt	26	100

3.2.6 Bildgebende Diagnostik

Sonographie des Schädels

Es erfolgten 323 Sonographieuntersuchungen, da einige Patienten mehrmals sonographiert wurden und sich dabei unterschiedliche Befunde ergaben. Bei einem Kind erfolgten insgesamt 3, bei 10 Patienten jeweils 2 Untersuchungen. Bei einem Patienten lagen unklare Angaben bezüglich der Durchführung der Untersuchungen vor.

234 Untersuchungen wiesen keinen pathologischen Befund auf, eine war nicht beurteilbar.

Tabelle 27 Darstellung der Sonographie Befunde von 2009 bis 2010

Sonographie-Befund	Anzahl	%
Weichteilschwellung	8	9,09
Weichteilschwellung und sonstige Verletzung	1	1,14
Benigne Effusionen	1	1,14
Galeahämatom/subgaleales Hämatom/Liquorkissen	33	0,375
Galeahämatom und Weichteilschwellung	2	2,27
Galeahämatom + sonstige Verletzung+Ödem	1	1,14
Kalottenfraktur	13	14,77
Kalottenfraktur + Weichteilschwellung	7	7,95
Kalottenfraktur + sonstige Verletzung	5	5,68
Hygrom	1	1,14
Hirndruckzeichen	3	3,41
Hirndruckzeichen + Kalottenfraktur	2	2,27
Blutung+Kalottenfraktur + Weichteilschwellung	4	4,55
Sonstiges	7	7,95
Gesamt	88	100

Tabelle 28 Darstellung der verwendeten Sonographiemodalitäten von 2009 bis 2010

Modalität	Anzahl	%
Fontanelle	101	31,27
Transkraniell	24	7,43
Kombination 2 Mod.	127	39,32
Kombination 3 Mod.	25	7,74
Schädelweichteile	46	14,24
Gesamt	323	100

Röntgenaufnahmen des Schädels in zwei Ebenen

In der zweiten Gruppe wurden 2 Kinder geröntgt (0,5%), beide Aufnahmen zeigten keinen pathologischen Befund. In einem Fall war die Röntgenaufnahme die einzige Untersuchung, im zweiten Fall hatten zuvor ein Abdomensonographie und eine Schädelsonographie stattgefunden.

Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule

Bei der zweiten Gruppe erhielten 12 der 358 Patienten eine Röntgenaufnahme der Halswirbelsäule (3,3%). Davon war bei einem Patienten eine Gefügelockerung diagnostiziert worden, in einem Fall war die Aufnahme nicht verwertbar. In 10 Fällen lag kein pathologischer Befund vor (83,3 % der 12 Aufnahmen, 2,7 % der 368 Untersuchungen).

Kranielle Computertomographie

26 CT-Untersuchungen zeigten keinen pathologischen Befund. Eine Untersuchung war nicht verwertbar. 13 Untersuchungen waren Fremdbefunde. Insgesamt sind also 41 Computertomographien durchgeführt worden, was 11,14% entspricht. In Gießen sind davon nur 27 (7,34%) durchgeführt worden.

Tabelle 29a Darstellung der CT Befunde von 2009 bis 2010

Befund	Anzahl	%
Fraktur	5	35,71
Hirnverletzung	1	7,14
Kombination Fraktur/Hirnverletzung	4	28,57
Sonstige	4	28,57
Gesamt	14	100

Tabelle 29b Darstellung der in der CT gefundenen Frakturen von 2009 bis 2010

Fraktur	Anzahl	%
Kalottenfraktur	3	60
Gesichtsschädel + Schädelbasis + Kalottenfraktur	1	20
Gesichtsschädelfraktur	1	20
Gesamt	5	100

Tabelle 29c Darstellung der in der CT gefundenen Hirnverletzungen von 2009 bis 2010

Hirnverletzung	Anzahl	%
Hirnödem	1	100
Gesamt	1	100

Tabelle 29d Darstellung kombinierter CT-Befunde von 2009 bis 2010

Kombination	Anzahl	%
Kalottenfraktur + Verletzung des Hirnparenchyms + Hämatom außen	1	25
Kalottenfraktur + Schädelbasisfraktur + Verletzung des Hirnparenchyms	1	25
Schädelbasisfraktur + Verletzung des Hirnparenchyms	1	25
Kalottenfraktur + Verletzung des Hirnparenchyms	1	25
Gesamt	4	100

Tabelle 29e Darstellung der sonstigen CT-Befunde von 2009 bis 2010

Sonstige	Anzahl	%
Liquorfistel	1	25
Hämatom außen	1	25
Fragliche Verletzung	2	50
Gesamt	4	100

CT der Nasennebenhöhlen

Im zweiten Kollektiv wurde keine Nasennebenhöhlen-Aufnahme gemacht.

CT des Felsenbeins

In der zweiten Gruppe lag eine Felsenbein CT vor, bei welcher sich ein Lufteinschluss zeigte (0,3%).

Tabelle 30 Aussagekraft der neurologischen Untersuchung in Bezug auf CT-Befund

Befund	Pathologischer CT-Befund	Unauffälliger CT-Befund	Gesamt
Auffällige Neurologie	3	5	8
Unauffällige Neurologie	11	21	32
Gesamt	14	26	40

1 CT-Befund war nicht verwertbar Sensitivität 21% Spezifität 81% PPV 21% NPV 66%

MRT-Aufnahmen

4 MRT-Aufnahmen wiesen keinen pathologischen Befund auf.

Tabelle 31 MRT –Befunde von 2009 bis 2010

Befund	Anzahl	%
Subgaleales Hämatom	1	11,11
Kombination alte Blutung + subg. Hämatom	1	11,11
Kombination alte Blutung + Sonstiges	1	11,11
Hirnblutung + alte Blutung	1	11,11
Sonstiges	5	55,55
Gesamt	9	100

Reihenfolge der Bildgebung

Es war aus den Daten nicht genau ersichtlich, in welcher Reihenfolge die Bildgebung durchgeführt wurde. Die erste bildgebende Maßnahme ließ sich in 68 Fällen eruieren. 5 Patienten erhielten keinerlei Bildgebung.

Tabelle 32 Darstellung der Bildgebung von 2009 bis 2010

Bildgebung	Anzahl	%
Nur Röntgenaufnahme	1	0,34
Nur Sonographie	268	90,85
Nur Röntgen HWS	4	1,36
Nur CT	13	4,41
Nur MRT	5	1,69
Nur sonstige Untersuchungen (Röntgen Thorax/ Abdomensonographie)	3	1,02
Nur externe MRT	1	0,34
Gesamt	295	100

Tabelle 33 Darstellung der ersten bildgebenden Maßnahme von 2009 bis 2010

Erste Maßnahme	Anzahl	%
Sonographie	41	60,29
CT	17	25
Röntgen HWS	3	4,41
MRT	1	1,47
Sonstige (Abdomensonographie ,Röntgen Thorax)	6	8,82
Gesamt	68	100

3.2.7 Stationäre Betreuung

Tabelle 34 Darstellung der Betreuung nach dem Unfall von 2009 bis 2010

Aufnahmestatus	Anzahl	%
stationär	225	61,64
ambulant	140	38,36
Gesamt	365	100

Keine Angaben fanden sich bei 3 Personen (0,8%). Die Liegedauer betrug in der zweiten Gruppe zwischen 0 und 42 Tagen. Von den ambulant behandelten Patienten hatte ein Patient eine CT-Untersuchung erhalten.

3.2.8 Diagnose laut Akte

Tabelle 35 Diagnose laut Akte von 2009 bis 2010

Diagnose	Anzahl	%
Keine Angabe	155	42,12
Schädelprellung	17	4,62
Schädelfraktur	2	5,43
SHT 1°/ Commotio cerebri	124	33,7
SHT 2°	2	0,5
SHT 3°	1	2,71
Sonstige Schädelverletzung / Erkrankung	2	0,5
Sonstige Erkrankung	18	4,89
Sonstiges (Soziale Schwierigkeiten, Frühgeborenes, Nikotinabusus, Intoxikation, Ausschluss von..., Verdacht auf..., fragliche EK ...)	12	3,26
Kombinationen aus Fraktur/Prellung/Commotio	35	9,51

3.3 Vergleich der Patientenkollektive

3.3.1 Patienteninformation

In beiden Gruppen war das Verhältnis Mädchen zu Jungen in etwa gleich.

3.3.2 Unfallursache

4 Patienten der zweiten Gruppe sind im ausgewählten Zeitraum zweimal zum Ausschluss eines Schädel-Hirn-Traumas vorstellig geworden. Die Unfälle lagen gewisse Zeit auseinander und waren nicht miteinander in Verbindung zu bringen.

In einem Fall war bei beiden Ereignissen die Unfallursache unbekannt, als Diagnose wurde beides Mal eine Commotio cerebri genannt. In einem weiteren war der Patient beide Male aus weniger als 50 cm gestürzt, zur Diagnose fand sich keine Angabe. Bei einem Patienten war einmal ein Unfall Ursache für eine Commotio cerebri, ein weiteres Mal führte ein Sturz aus 50-200 cm Höhe zu einer Schädelprellung. Das vierte Kind hat einmal ohne Augenzeugen eine Verletzung erlitten, das andere Mal war es aus mehr als 200 cm Höhe gestürzt, wobei sich keine Angabe zu Diagnosen fand.

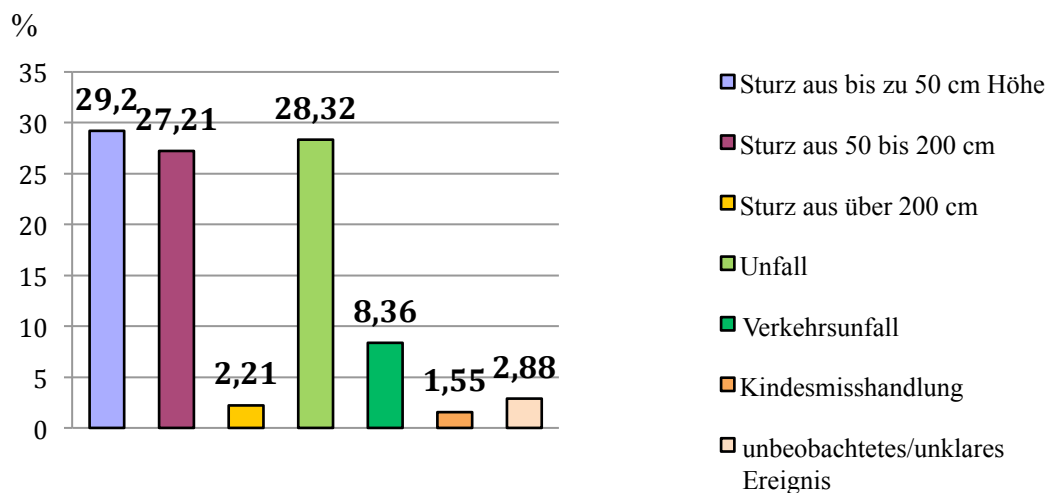


Abbildung 5 Unfallverteilung von 1997 bis 2003 in Prozent

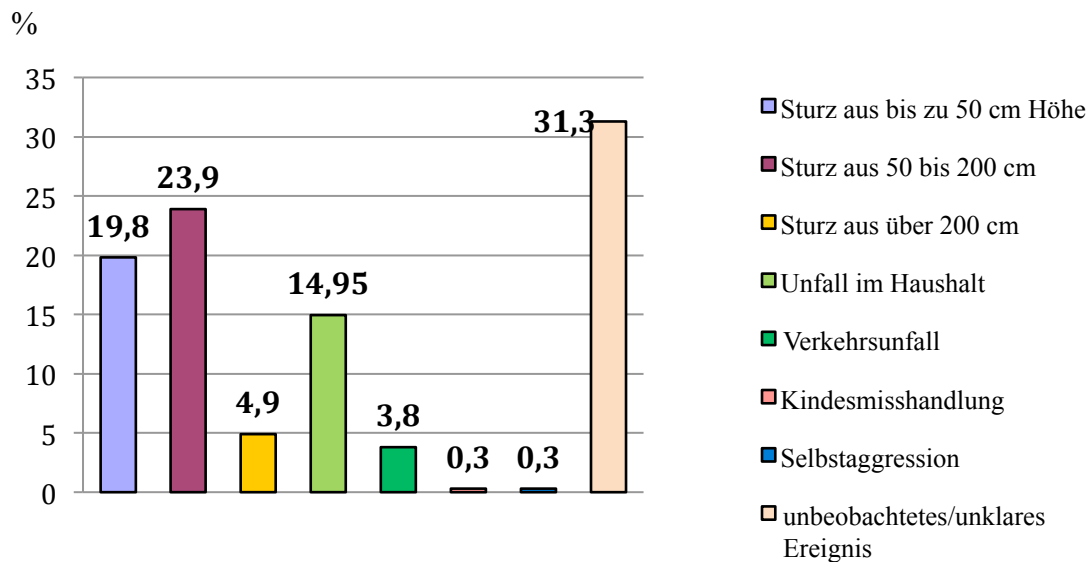


Abbildung 6 Unfallverteilung von 2009 bis 2010 in Prozent

3.3.3 Vorerkrankungen

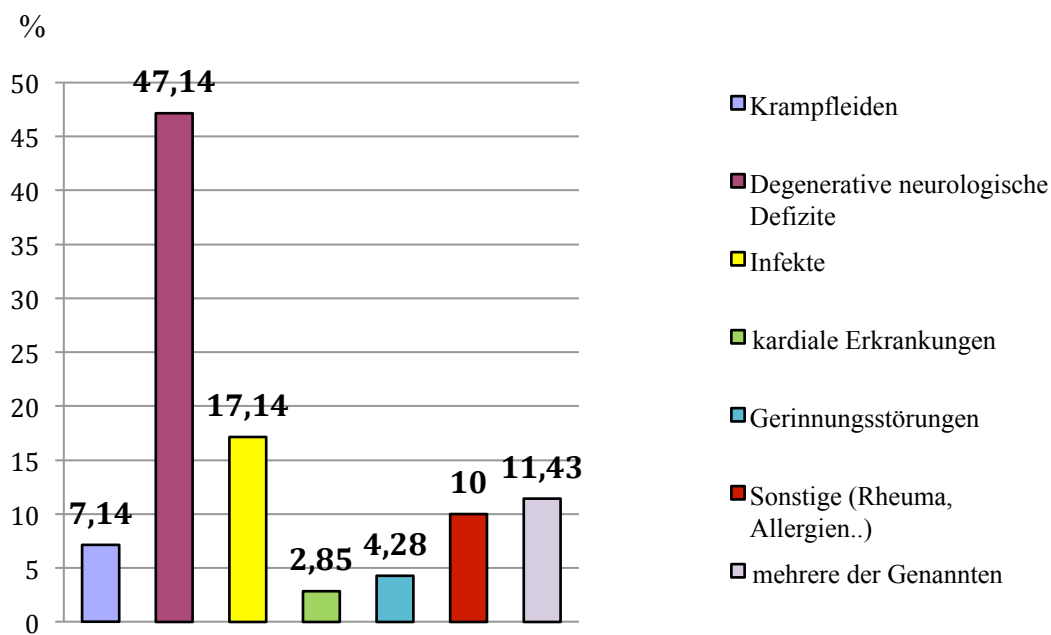


Abbildung 7 Vorerkrankungen von 1997 bis 2003 in Prozent

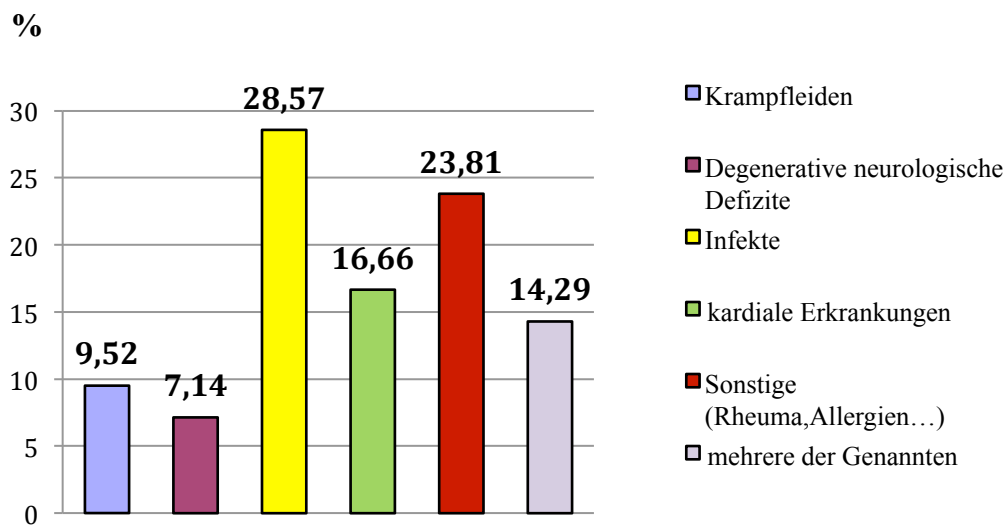


Abbildung 8 Vorerkrankungen von 2009 bis 2010 in Prozent

Die Grunderkrankung des Patienten kann möglicherweise zum Unterlassen einer geplanten diagnostischen Maßnahme führen, wenn zum Beispiel Aggressivität oder Unruhe bei geistigen Behinderungen einen Ultraschall erschweren oder unmöglich machen. Außerdem besteht bei manchen Grunderkrankungen eine erhöhte Sturzgefahr, wie zum Beispiel bei Krampfleiden. Teilweise können Komorbiditäten auch Folgen eines Traumas beeinflussen, zum Beispiel eine höhere Blutungsgefahr nach einem Sturz bei Gerinnungsstörungen.

3.3.4 Intoxikation

Jeweils nur ein Patient in beiden Gruppen wies eine Intoxikation auf.

3.3.5 Zustand des Patienten nach dem Ereignis

38 Patienten aus Gruppe 1 hatten eine Amnesie erlitten (8,41%) im Vergleich zu 9 (2,4%) in Gruppe 2.

Bewusstseinsstörungen traten in Gruppe 1 bei 29 (6,4%), in Gruppe 2 bei 25 Patienten (6,9%) auf.

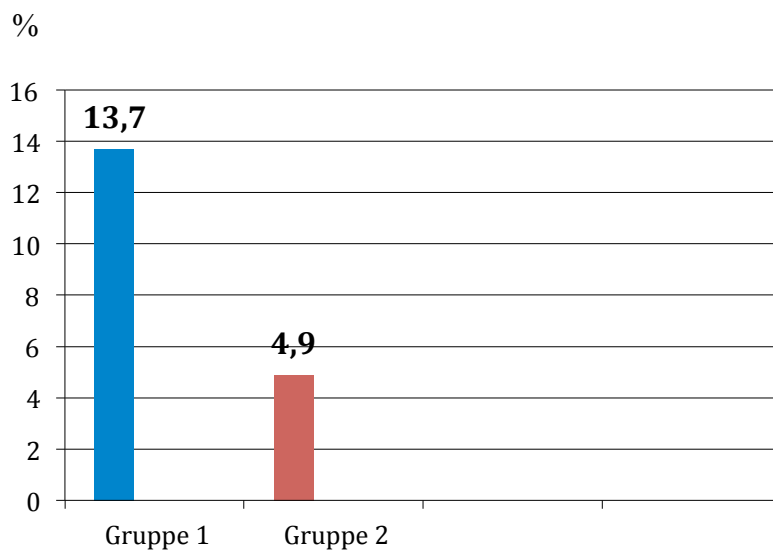


Abbildung 9 Vergleich der Häufigkeit der EEG-Untersuchungen beider Gruppen in Prozent

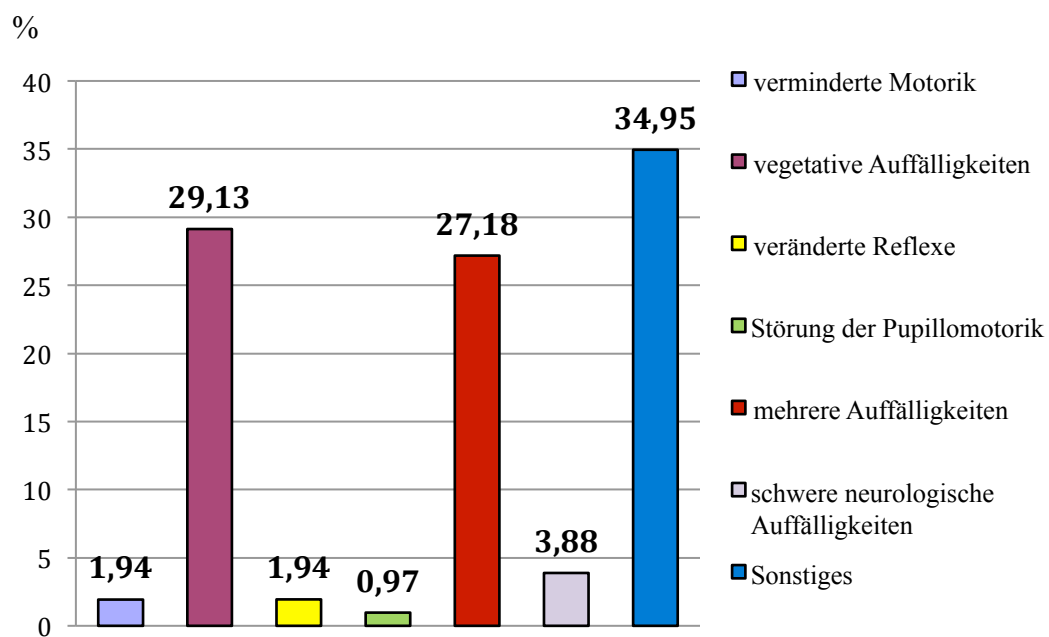


Abbildung 10 Neurologischer Befund 1997-2003 in Prozent

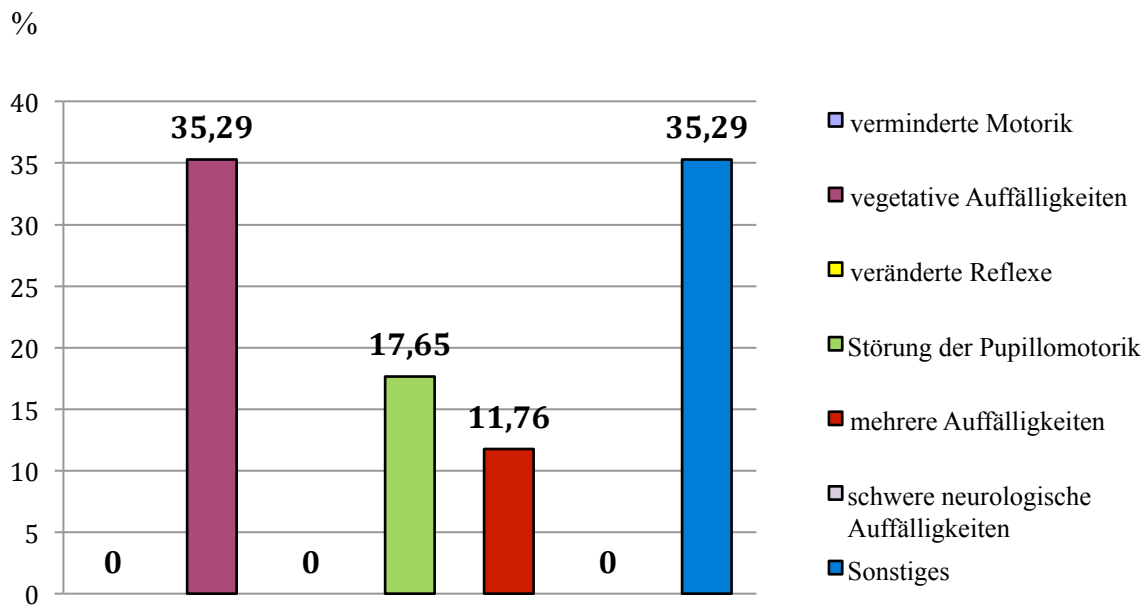


Abbildung 11 Neurologischer Befund 2009-2010 in Prozent

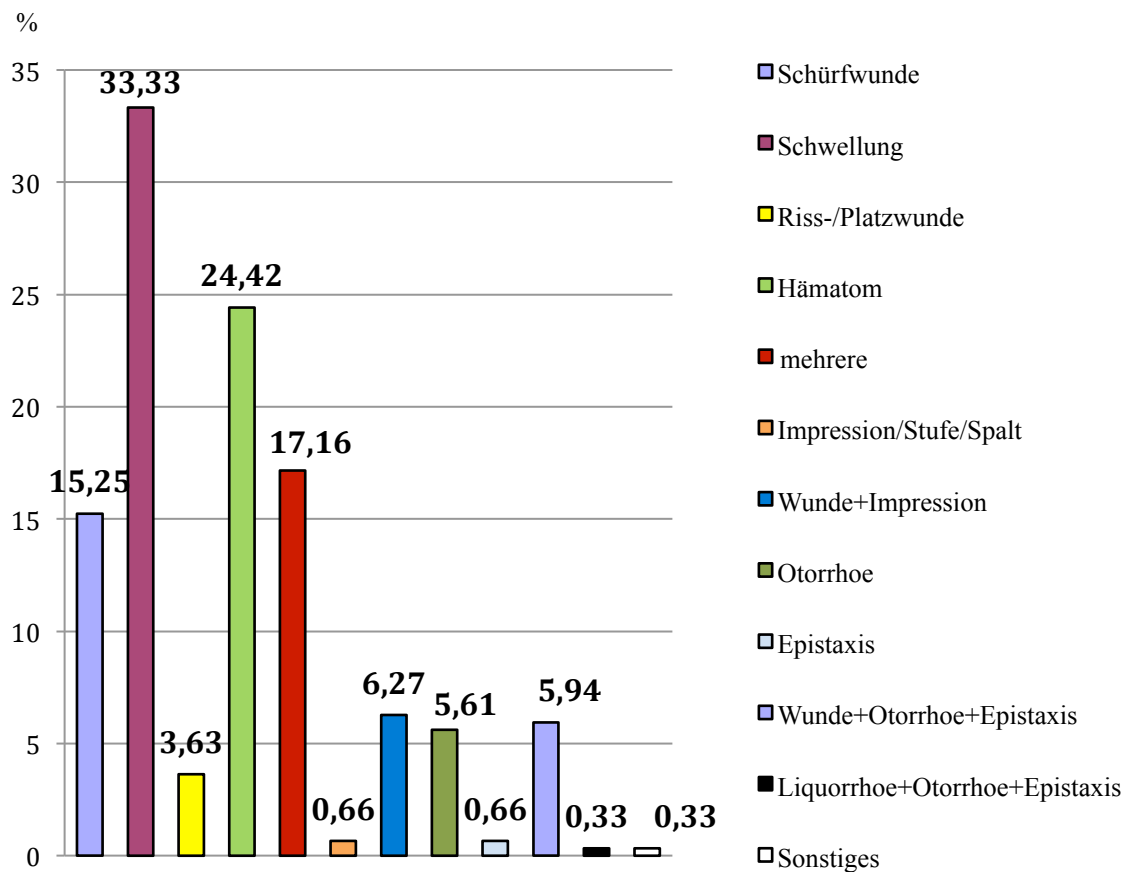


Abbildung 12 Kopfverletzungen 1997-2003 in Prozent

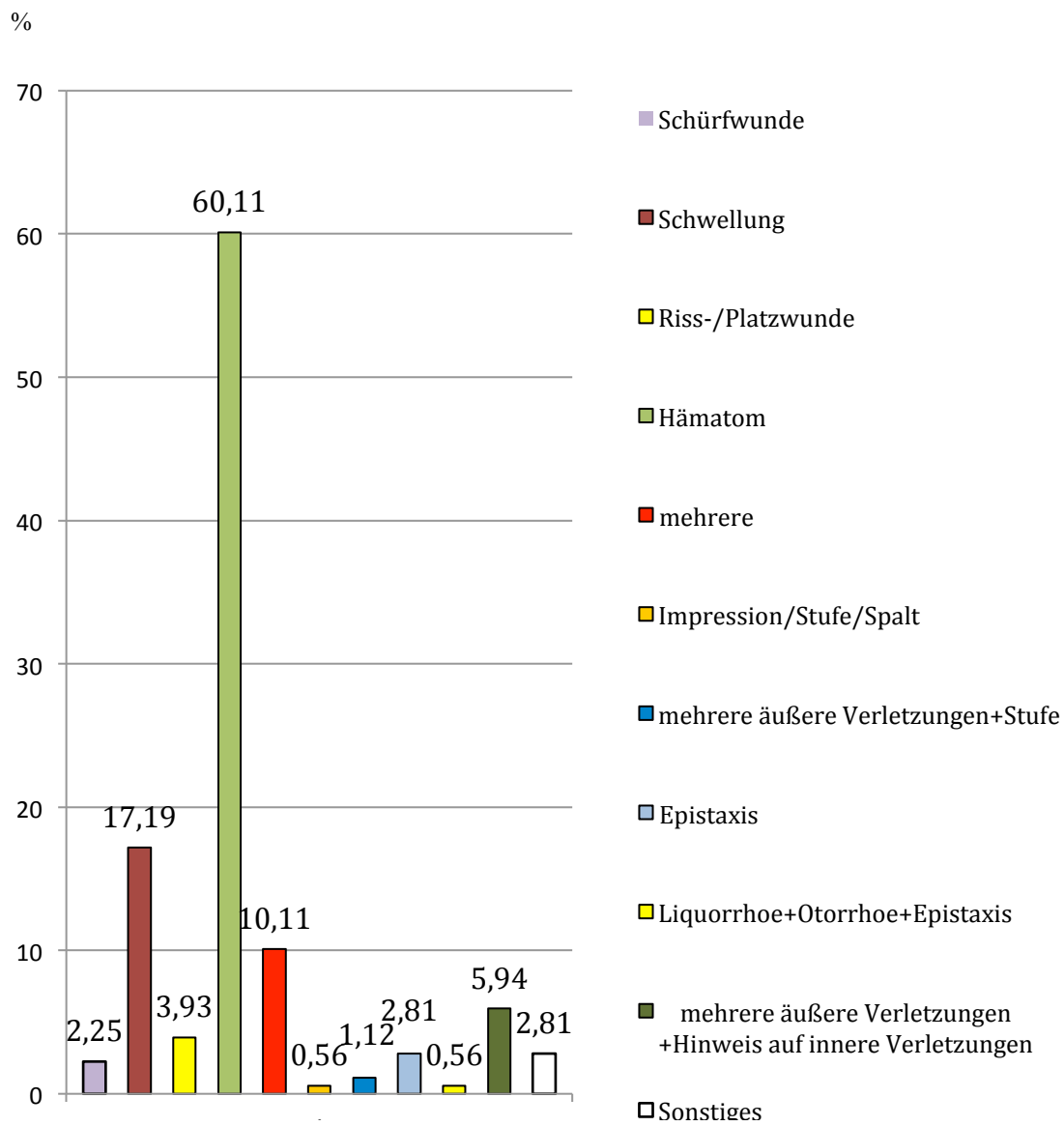
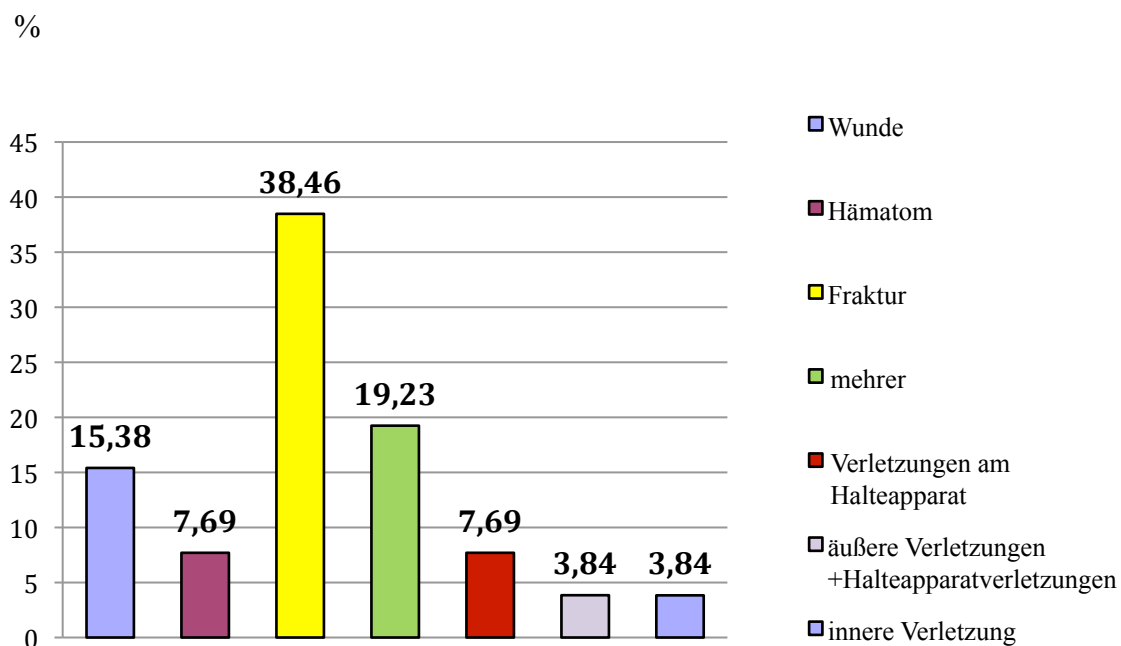
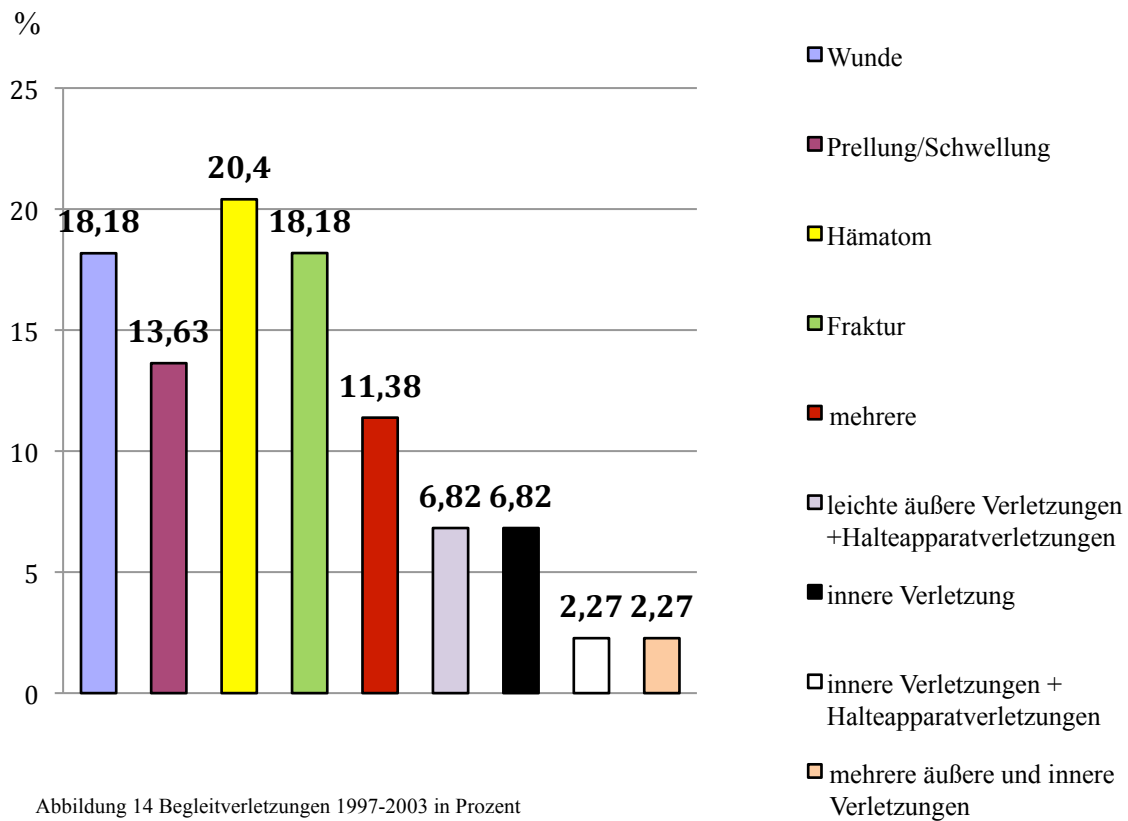


Abbildung 13 Kopfverletzungen 2009-2010 in Prozent



3.3.6 Bildgebende Diagnostik

In der zweiten Gruppe wurden 20% mehr Sonographieuntersuchungen durchgeführt als in der ersten Gruppe. Die Anzahl der Röntgenuntersuchungen hat von circa 19% in der ersten Gruppe auf 0,5 % in der zweiten Gruppe um 18,5 % abgenommen. Die Anzahl von Röntgenuntersuchungen der Halswirbelsäule war bereits in der ersten Gruppe mit knapp 5 % sehr gering und hat auf etwa 3% in der zweiten Gruppe abgenommen. Die Abnahme der CT-Untersuchungen von 31 % von 1997 bis 2003 auf 7% von 2009 bis 2010 beträgt 24 %.

3.3.7 Stationäre Betreuung (in Prozent)

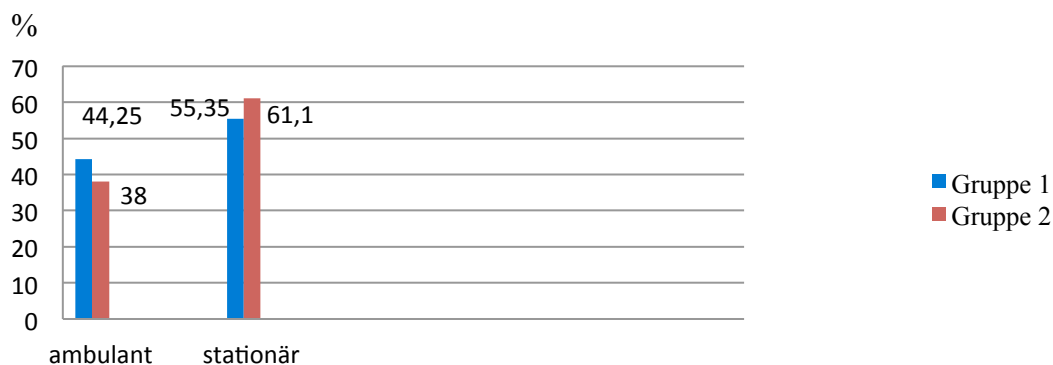


Abbildung 16 Vergleich der Häufigkeit der stationären Betreuung beider Gruppen in Prozent

Bei einer Person (0,22 %) der ersten Gruppe lagen keine Angaben vor. In der zweiten Gruppe fanden sich bei 3 Personen (0,8%) keine Angaben. Die Liegedauer der ersten Gruppe variierte zwischen 0 und 60 Tagen, die der zweiten Gruppe zwischen 0 und 42 Tagen.

3.4 Kriterien laut Leitlinien

Laut Leitlinien der Gesellschaft für Kinderradiologie gilt die Computertomographie als Goldstandard bei Schädel-Hirn-Verletzungen [10]. Bei Mehrfachverletzungen bietet sich ein Spiral-CT von Schädel, Thorax und Abdomen als schnelle und aussagekräftige

Möglichkeit an. Ist der Patient komatös, leidet er unter einer anhaltenden Bewusstseinsstörung, Amnesie oder anderen neurologischen Störungen besteht eine CT-Indikation. Ebenso bei Erbrechen oder Krampfanfall infolge eines Traumas, bei klinischen Zeichen für eine Schädelfraktur, dem Verdacht auf eine Impressionsfraktur oder auf eine Liquoristel, sowie bei einer eventuellen Gerinnungsstörung. Eine unklare Verletzungssache, schwere Verletzungen, Verdacht auf Kindesmisshandlung, Intoxikation oder starke Kopfschmerzen gelten als fakultative Indikation für eine CT [5].

Im Folgenden ist aufgeführt, wie häufig CT-Untersuchungen entsprechend der oben genannten Kriterien durchgeführt wurden.

Tabelle 36 a-o: 1997-2003

Tabelle 37 a-n: 2009-2010

Tabelle 36a: Darstellung der Häufigkeit einer CT-Untersuchung abhängig vom neurologischen Befund

Neurologischer Befund	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
Keine Auffälligkeiten	335	63	18
Verminderte Motorik	2	2	100
Vegetative Auffälligkeiten	30	18	60
Veränderte Reflexe	2	2	100
Störung der Pupillomotorik	1	0	0
Schwere Neurologie	4	3	75
Mehrere Auffälligkeiten	28	23	82,1
Sonstiges	36	18	50

(Fehlende zu 452: keine Angabe zum neurologischen Befund)

Tabelle 36b Darstellung der Häufigkeit einer Sonographie abhängig vom neurologischen Befund

Neurologischer Befund	Anzahl	Anzahl Sonographie	%
Keine Auffälligkeiten	335	249	74
Verminderte Motorik	2	2	50
Vegetative Auffälligkeiten	30	10	33
Veränderte Reflexe	2	0	0
Störung der Pupillomotorik	1	0	0
Schwere Neurologie	4	3	75
Mehrere Auffälligkeiten	28	11	39,3
Sonstiges	36	18	50

Tabelle 36c Darstellung der Häufigkeit einer CT abhängig vom Bewusstseinszustand

Bewusstseinsstörung	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
zunehmend	3	3	100
abnehmend	26	23	88,5

Tabelle 36d Darstellung der Häufigkeit einer CT abhängig vom Auftreten eines Krampfanfalls.

Krampfanfall	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
Infolge des Traumas	16	13	81,3
Vor dem Trauma	3	3	100

Tabelle 36e Darstellung der Häufigkeit einer CT abhängig vom Vorhandensein einer Gerinnungsstörung

Gerinnungsstörungen	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
vorhanden	3	1	33

Befund: o.p.B.

Tabelle 36f Darstellung der Häufigkeit einer CT abhängig vom Vorliegen einer Intoxikation

Intoxikation	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
Vorhanden	1	1	100

Befund: Gesichtsschädelfraktur + Schädelbasisfraktur

Tabelle 36g Darstellung der Häufigkeit einer CT abhängig vom Bestehen eines Verdachts auf Kindesmisshandlung

v.A Misshandlung	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
besteht	7	5	71,43

Tabelle 36h Darstellung der Befunde anhand der CT- Untersuchung bei Verdacht auf Kindesmisshandlung

Befund CT bei Misshandlung	Anzahl	%
Keine Pathologie	2	40
Verletzung Hirnparenchym + Schädelbasisfraktur	1	20
Blutung	1	20
Nicht-unfallbedingte Verletzung	1	20

Tabelle 36i Darstellung der Häufigkeit einer CT- Untersuchung abhängig vom Unfallmechanismus

Unfallmechanismus	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
unbekannt	13	4	30,77
Schwer (Sturz > 2m, Verkehrsunfall)	49	35	71,43%

Tabelle 36j Darstellung der CT-Befunde abhängig vom Unfallmechanismus

Befunde unbekannter Unfall (n=4)	Anzahl	%
Ohne pathologischen Befund	4	100
Befunde schwerer Unfall (n=35)	Anzahl	%
Ohne pathologischen Befund	13	37,14
Banale Verletzung (Hämatom außen)	1	2,86
Gesichtsschädelfraktur	3	8,57
Gesichtsschädelfraktur + Schädelbasisfraktur	4	11,43
Frontobasale Fraktur	2	5,71
Kalottenfraktur	3	8,57
Blutung	1	2,86
Verletzung Hirnparenchym + Schädelbasisfraktur	3	8,57
Verletzung Hirnparenchym + Kalottenfraktur	4	11,43
Verletzung Hirnparenchym + Schädelbasis + Kalottenfraktur	1	2,86

Tabelle 36k Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Unfallmechanismus

Unfallmechanismus	Anzahl	Anzahl stationär	%
unbekannt	13	8	61,54
Schwer (Sturz > 2m, Verkehrsunfall)	49	41	83,67

Tabelle 36l Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Bewusstseinszustand

Bewusstseinsstörung	Anzahl	Anzahl stationär	%
abnehmend	26	23	88,46
zunehmend	3	3	100

Tabelle 36m Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom neurologischen Befund

Neurologische Störung	Anzahl	Anzahl stationär	%
Vorhanden	103	83	80,58

Tabelle 36n Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Vorhandensein einer Schädelfraktur

Schädelfraktur	Anzahl	Anzahl stationär	%
vorhanden	50	46	92

Tabelle 36o Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig von Liquoraustritt

Liquoraustritt	Anzahl	Anzahl stationär	%
vorhanden	0	0	0

Tabelle 37a Darstellung der Häufigkeit einer CT- Untersuchung/ Sonographie abhängig vom neurologischen Befund

Neurologischer Befund	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
Keine Auffälligkeiten	182	13	7,2
Vegetative Auffälligkeiten	6	1	16,7
Störung d. Pupillomotorik	3	2	66,7
Mehrere Auffälligkeiten	2	1	50
Sonstiges	6	3	50
Neurologischer Befund	Anzahl	Anzahl Sonographie	%
Keine Auffälligkeiten	182	158	86,8
Vegetative Auffälligkeiten	6	5	83,3
Störung der Pupillomotorik	3	0	0
Mehrere Auffälligkeiten	2	0	0
Sonstiges	6	1	16,7

Tabelle 37b Darstellung der Häufigkeit einer CT-Untersuchung abhängig vom Bewusstseinszustand

Bewusstseinsstörung	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
abnehmend	6	2	33,33
zunehmend	12	5	41,66
Bewusstseinstörung ohne nähere Angabe	7	5	71,43

Tabelle 37c Darstellung der CT-Befunde in Abhängigkeit vom Bewusstseinszustand

Befund CT zunehmende Bewusstseinsstörung (BWST)	Anzahl	%
Ohne pathologischen Befund	2	40
Verletzung des Hirnparenchyms + Schädelfraktur	1	20
Hirnödem	1	20
Verletzung des Hirnparenchyms + Kalottenfraktur	1	20
Befund CT abnehmende BWST	Anzahl	%
Liquorfistel/Lufteinschluss	1	50
Fragl. Verletzung	1	50
Befund CT BWST ohne nähere Angabe	Anzahl	%
Ohne pathologischen Befund	4	80
Schädelbasisfraktur, Kalottenfraktur, Verletzung des Hirnparenchyms	1	20

Tabelle 37d Darstellung der Häufigkeit der CT-Untersuchungen abhängig vom Auftreten eines Krampfanfalls

Krampfanfall	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
Infolge des Traumas	5	2	40
Vor dem Trauma	1	1	100

Tabelle 37e Darstellung der Häufigkeit der CT-Untersuchungen abhängig vom Bestehen einer Gerinnungsstörung

Gerinnungsstörungen	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
vorhanden	0	0	0

Tabelle 37f Darstellung der Häufigkeit der CT-Untersuchungen abhängig vom Bestehen einer Intoxikation

Intoxikation	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
vorhanden	1	1	100

Tabelle 37g Darstellung der Häufigkeit der CT-Untersuchungen abhängig vom Bestehen eines Verdachts auf Kindesmisshandlung

v.A. Misshandlung	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
besteht	1	0	0

Tabelle 37h Darstellung der Häufigkeit der CT-Untersuchungen abhängig vom Unfallmechanismus

Unfallmechanismus	Anzahl	Anzahl CT erhalten	%
unbekannt	115	4	3,48
Schwer (Sturz > 2m, Verkehrsunfall)	32	14	43,75

Tabelle 37i Darstellung der CT-Befunde abhängig vom Unfallmechanismus

Befunde unbekannter Unfall	Anzahl	%
o.p.B.	3	75
Kalottenfraktur	1	25
Befunde schwerer Unfall	Anzahl	%
o.p.B.	8	57,14
Banale Verletzung (Hämatom außen)	1	7,14
Kalottenfraktur	1	7,14
Verletzung Hirnparenchym + Schädelbasis + Kalottenfraktur	1	7,14
Gesichtsschädelfraktur + Schädelbasisfraktur + Kalottenfraktur	1	7,14
Fragl. Verletzung	2	14,29

Tabelle 37j Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Unfallmechanismus

Unfallmechanismus	Anzahl	Anzahl stationär	%
unbekannt	115	28	24,35
Schwer (Sturz > 2m, Verkehrsunfall)	32	24	75

Tabelle 37k Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Bewusstseinszustand

Bewusstseinsstörung	Anzahl	Anzahl stationär	%
abnehmend	6	5	83,33
zunehmend	12	12	100
BWST ohne nähere Angabe	7	5	71,43

Tabelle 37l Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Vorhandensein einer neurologischen Störung

Neurologische Störung	Anzahl	Anzahl stationär	%
vorhanden	17	17	100

Tabelle 37m Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Vorhandensein einer Schädelfraktur

Schädelfraktur	Anzahl	Anzahl stationär	%
nach Diagnose laut Akte	2	2	100

Tabelle 37n Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Auftreten eines Liquoraustritts

Liquoraustritt	Anzahl	Anzahl stationär	%
vorhanden	1	1	100

3.5 Darstellung der Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen der Gruppe von 1997 bis 2003

Im Folgenden werden mögliche Zusammenhänge zwischen einzelnen wichtigen Variablen dargestellt. Als Nullhypothese wurde festgelegt, es bestehe kein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Mithilfe des χ^2 -Tests nach Pearson (Signifikanzniveau $p < 0,05$) ergaben sich Wahrscheinlichkeiten für die Wahrhaftigkeit der Nullhypothesen. Liegen diese unter $p < 0,05$ wurde die Nullhypothese abgelehnt und ein Zusammenhang angenommen.

3.5.1 Geschlecht und Unfallursache

Die Durchführung des χ^2 -Tests ergab keinen Zusammenhang zwischen Geschlecht und Unfallursache mit einem $p = 0,714$ in Gruppe 1.

3.5.2 Neurologischer Befund und Bildgebung

Der neurologische Befund dient als Anhaltspunkt für weiterführende radiologische Diagnostik. Im Folgenden ist aufgezeigt, welche Diagnostik abhängig vom Befund der neurologischen Untersuchung verwendet wurde. Unterlassene Untersuchungen sind nicht aufgeführt.

Ergab die neurologische Untersuchung keinerlei Auffälligkeiten wurde bei 74 % eine Sonographie und bei 18% eine CT durchgeführt. Ergab der Befund eine verminderte Motorik wurden bei 100% eine CT und bei 75% eine Sonographie durchgeführt. Bei Vorkommen vegetativer Auffälligkeiten erhielten 60% eine CT, 33,3 % eine Sonographie, 20% eine Röntgenuntersuchung der Halswirbelsäule und 10% eine MRT. Zeigten sich veränderte Reflexe erhielten 100% eine CT. Ein veränderter Pupillenreflex beziehungsweise eine Anisokorie trat bei einer Kontrolluntersuchung bei einem Patienten mit alter Orbitabodenfraktur auf, es erfolgte keine Bildgebung. Schwere neurologische Defizite hatten zu 75% eine CT, zu 75% eine MRT und zu 25 % eine Sonographie zur Folge. Bestanden mehrere Auffälligkeiten erhielten 82,1% eine CT, 60,7% eine Sonographie, 32,1% eine MRT und 14,3% ein Röntgen der HWS. In der Sparte „Sonstiges“ erhielten 50% eine Sonographie, 50% eine CT, 8,3% eine Röntgenaufnahme der Halswirbelsäule und 5,6% eine MRT. Zwischen neurologischem Befund und Röntgen des Schädels in zwei Ebenen bestand kein Zusammenhang mit $p = 0,266$. Bei neurologi-

schem Befund und CT Felsenbein betrug $p = 0,818$, bei CT der Nasennebenhöhlen betrug $p = 0,869$.

Zusammenfassend kann man also eine Korrelation zwischen neurologischem Status und der durchgeführten Bildgebung feststellen. Bestanden keine Auffälligkeiten wurde zu meist eine Sonographie durchgeführt, bei schlechterem neurologischem Befund wurden häufiger mehrere Maßnahmen insbesondere CT-Untersuchungen angewendet.

3.5.3 Bewusstseinszustand und Bildgebung

Lag keine Angabe über eine Bewusstseinsstörung vor, erhielten 55,6% eine Sonographie, 41,1% eine CT, 10% eine MRT und 5,6% eine Röntgenaufnahme der Halswirbelsäule. Bei einer zunehmenden Bewusstseinsstörung erhielten 100% eine CT, 66,7% eine Sonographie, 33,3% eine Röntgenaufnahme der Halswirbelsäule und 33,3% eine MRT. Bei einer abnehmenden Bewusstseinsstörung erhielten 88,5% eine CT, 26,9% eine Sonographie, 23,3% eine Röntgenaufnahme der Halswirbelsäule und 3,8% eine MRT. Lag keine Bewusstseinsstörung vor, erhielten 21,9% eine CT, 7,8% eine Sonographie, 3,9% eine MRT, 2,7% eine Röntgenaufnahme der Halswirbelsäule. Es ließ sich kein Zusammenhang zwischen Bewusstseinsstörung und Durchführung einer Röntgenuntersuchung, einer CT der Nasennebenhöhlen oder des Felsenbeins feststellen.

Zusammenfassend zeigte sich also bei zunehmend schlechterem Bewusstsein des Patienten die höhere Bereitschaft eine CT durchzuführen.

3.5.4 Unfallursache und Kopfverletzung

Tabelle 38a Darstellung des Zusammenhangs zwischen Unfallursache und dem Ausmaß der Kopfverletzung von 1997 bis 2003

Unfallursache	Keine Angabe n =13	Sturz aus <50 cm n=132	Sturz aus 50-200cm n=123	Sturz aus >200cm n=10
Ausmaß der Kopfverletzung				
Keine Angabe	4	48	34	2
Keine Verletzung	1	6	8	0
Äußere Kopfverletzung	5	63	67	3
Hinweise auf innere Kopfverletzung	3	15	14	5

Tabelle 38 b Darstellung des Zusammenhangs zwischen Unfallursache und dem Ausmaß der Kopfverletzung von 1997 bis 2003

Unfallursache	Verkehrsunfall n=39	Unfall im Haushalt (kein Sturz) n=128	Kindesmisshandlung n=7
Ausmaß der Kopfverletzung			
Keine Angabe	8	29	3
Keine Verletzung	1	4	1
Äußere Kopfverletzung	21	81	3
Hinweise auf innere Kopfverletzung	9	14	0

Es lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Unfallursache und der Art der Verletzung herstellen. Innere Kopfverletzungen traten bei schwerwiegenderen Unfallursachen gehäuft auf. Insgesamt zeigt sich hier jedoch durch das häufige Fehlen von Angaben die mangelhafte Dokumentation der Untersuchungsbefunde.

3.6 Darstellung der Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen der Gruppe von 2009 bis 2010

3.6.1 Geschlecht und Unfallursache

Die Durchführung des χ^2 -Tests ergab keinen Zusammenhang zwischen Geschlecht und Unfallursache mit einem $p=0,646$ in Gruppe 2.

3.6.2 Neurologischer Befund und Bildgebung

Ergab die neurologische Untersuchung keinerlei Auffälligkeiten wurde bei 86,8 % eine Sonographie und bei 7,2% eine CT durchgeführt. Wurden vegetative Auffälligkeiten festgestellt erhielten 83,3 % eine Sonographie und 16,7% eine CT. Zeigten sich veränderte Reflexe erhielten 100% eine CT, bei verändertem Pupillenreflex/Anisokorie wurde bei 66,7 % eine CT durchgeführt. Bestanden mehrere Auffälligkeiten erhielten 50% ein Röntgen der Halswirbelsäule und 50% eine CT. In der Sparte „Sonstiges“ erhielten 50% eine CT ,16,7% eine Sonographie und 16,7% eine MRT.

Zusammenfassend kann man also eine Korrelation zwischen neurologischem Zustand und der durchgeführten Bildgebung feststellen. Bestanden keine Auffälligkeiten wurde

zumeist eine Sonographie durchgeführt, bei schlechterem neurologischem Befund wurden häufiger mehrere Maßnahmen insbesondere CT-Untersuchungen angewendet.

3.6.3 Unfallursache und Kopfverletzung

Tabelle 39a Darstellung des Zusammenhangs zwischen Unfallursache und dem Ausmaß der Kopfverletzung von 2009 bis 2010

Unfallursache	Keine Angabe n=115	Sturz aus <50 cm n=76	Sturz aus 50-200cm n=88	Sturz aus >200cm n=18
Ausmaß der Kopfverletzung				
Keine Angabe	41	14	16	1
Lediglich Kopf betroffen	74	62	72	13
Mehrere Körperregionen betroffen	0	0	0	4

Tabelle 39b Darstellung des Zusammenhangs zwischen Unfallursache und dem Ausmaß der Kopfverletzung von 2009 bis 2010

Unfallursache	Verkehrsunfall n=14	Unfall im Haushalt (kein Sturz) n=55	Kindesmiss- handlung n=1	Selbstaggression n=1
Ausmaß der Kopfverletzung				
Keine Angabe	1	10	0	0
Lediglich Kopfverletzung	8	43	1	1
Mehrere Körperregionen betroffen	5	2	0	0

Es lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Unfallursache und der Art der Verletzung herstellen. Wenn mehrere Körperregionen verletzt waren, lag die Ursache eher bei Verkehrsunfällen, Unfällen im Haushalt und bei Stürzen aus über zwei Metern. Auf Stürze aus geringerer Höhe folgte eher eine Kopfverletzung ohne Beteiligung anderer Körperteile. Insgesamt zeigt sich auch hier durch das häufige Fehlen von Angaben die mangelhafte Dokumentation der Untersuchungsbefunde.

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Ergebnisse

Ziel dieser Studie war, eine Wertigkeit der verschiedenen Möglichkeiten der radiologischen Diagnostik beim SHT im Kindesalter festzulegen. Wesentlich hierbei ist einerseits, die Diagnostik so zu gestalten, dass keine schwerwiegenden Verletzungen übersehen werden. Andererseits gilt es, eine Überdiagnostik mit strahlenbelastenden Maßnahmen zu vermeiden. Im Folgenden sollen die Ergebnisse dieser Arbeit vor dem Hintergrund bereits vorhandener Literatur diskutiert werden.

Im Gegensatz zu einem in einer Studie von Alzen und Wildberger [21] angegebenen Überwiegen des männlichen Geschlechts bei Unfällen im Kindesalter zeigte sich bei den Patienten in dieser Untersuchung ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis in beiden Gruppen.

Als häufigste Unfallursachen ergaben sich Stürze und Haushalts- bzw. Verkehrsunfälle. Häusliche Unfälle und Stürze waren eher bei Säuglingen und Kleinkindern Ursache für Verletzungen. Im höheren Alter überwogen Verkehrsunfälle. Diese Verteilungshäufigkeit wird auch bei Wildberger und Alzen beschrieben [21]. Ein Zusammenhang zwischen Geschlecht und Unfallursache ließ sich nicht beschreiben.

Vorerkrankungen der Patienten können zur Ursache eines Sturzes werden, welcher dann die Abklärung eines eventuellen Schädel-Hirn-Traumas nach sich zieht. Ebenso kann eine Vorerkrankung die Diagnostik und spätere Behandlung beeinflussen. Besonderes Augenmerk liegt bei Krankheiten, welche selbst vermehrt zu Stürzen führen können, wie Krampfleiden, kardiologische oder degenerative neurologische Erkrankungen. Ebenso von Bedeutung sind Gerinnungsstörungen, da diese bei Stürzen mit höherer Wahrscheinlichkeit Blutungen auch im Gehirn zur Folge haben können.

Die Grunderkrankung des Patienten kann möglicherweise zum Unterlassen einer geplanten diagnostischen Maßnahme führen, wenn zum Beispiel Aggressivität oder Unruhe bei geistigen Behinderungen einen Ultraschall erschweren oder unmöglich machen. Ob die Maßnahme in solch einem Fall trotz erswerter Bedingungen gegebenenfalls unter Sedierung durchgeführt werden muss, sollte von der Anamnese des Patienten abhängig gemacht werden.

Bei verletzten Kleinkindern oder Säuglingen ist eine Anamneseerhebung aufgrund der mangelnden Sprachfähigkeiten erschwert. Man ist auf die Angaben der betreuenden Personen angewiesen. Es lassen sich in Bezug auf Schmerzcharakter und Schmerzlokalisierung, sowie auch bezüglich des Hergangs der Verletzung vom Kind selbst keine oder nur ungenaue Angaben erhalten. Die Gefahr eine Kindesmisshandlung als eventuelle Ursache der Verletzung zu übersehen ist bei solch einer Fremdanamnese durchaus gegeben. Daher ist es bedeutsam, ob sich ein logischer Zusammenhang zwischen Verletzungsmuster und berichtetem Unfallhergang ergibt. Ebenso sollten multiple Frakturen verschiedenen Alters als Warnzeichen für das sogenannte „battered child“ [22] gesehen werden [23]. Denn Schätzungen zufolge sind bei Kindern unter 3 Jahren 8-12% aller Frakturen nicht durch einen Unfall entstanden. 80% dieser Frakturen betreffen Kinder unter 18 Monaten, 25- 55% Kinder unter 12 Monaten [24]. Stumpfe Gewalt und thermische Schäden gehören zu den häufigsten Formen von Kindesmisshandlung. Schütteln des Kindes kann durch Scherkräfte diffuse axonale Verletzungen veranlassen [25]. ZNS-Verletzungen stellen mit 75% die häufigste misshandlungsbedingte Todesursache dar [26].

Häufig geben Eltern, welche die Verletzung des Kindes selbst verursacht haben, Stürze von Wickeltisch oder Couch oder Treppenstürze als Ursache an. Folglich ist es von Bedeutung herauszufinden, ob der Unfallhergang das Verletzungsmuster erklären kann. Auch kleine Säuglinge können durch unvorhersehbare Bewegungen von Couch oder Wickeltisch hinunterfallen. Bei einem solchen Sturz aus geringer Höhe entstehen bei Säuglingen eher unkomplizierte lineare Schädelfrakturen, welche in der Regel keiner Therapie bedürfen. Sehr selten hingegen kommt es zu gravierenden Hirnverletzungen. Multiple oder komplexe Frakturen wie sternförmige Frakturen, Frakturen, welche Schädelnähte überschreiten, Nahtsprengungen und okzipitale Impressionsfrakturen legen den Verdacht auf ein nichtakzidentelles Trauma nahe. Subdurale Hämatome können auch bei akzidentellen Traumata auftreten, retinale Blutungen und diffuse Hirnparenchymschäden sind durch einen Sturz vom Wickeltisch nicht erklärbar [26,27].

Die Anamnese und körperliche Untersuchung, insbesondere die neurologische Untersuchung, stellen üblicherweise den Schlüssel zur nachfolgenden Diagnostik dar. Nur mit einer ausreichenden Kenntnis über die körperliche und geistige Verfassung des Patienten lässt sich eine Entscheidung über das weitere Vorgehen treffen.

Laut aktuellen Leitlinien gilt die Computertomographie als Goldstandard bei Schädel-Hirn-Verletzungen. Bei Mehrfachverletzungen bietet sich eine Spiral-CT von Schädel, Thorax und Abdomen als schnelle und aussagekräftige Möglichkeit an.

Ist der Patient komatös, leidet er unter einer anhaltenden Bewusstseinsstörung, Amnesie oder anderen neurologischen Störungen, besteht eine CT-Indikation. Ebenso bei Erbrechen oder Krampfanfall als Traumafolge, bei klinischen Zeichen für eine Schädelfraktur, dem Verdacht auf eine Impressionsfraktur oder auf eine Liquorfistel, sowie bei einer eventuell vorhandenen Gerinnungsstörung.

Eine unklare Verletzungsursache, schwere Verletzungen, Verdacht auf Kindesmisshandlung, Intoxikation oder starke Kopfschmerzen gelten als weniger zwingende Indikation für eine CT. Fehlen diese Hinweise in der Anamnese ist lediglich zu 1% mit einer klinisch bedeutenden Hirnschädigung zu rechnen [10].

Es stellen sich nun folgende Fragen: Wurden die Leitlinien zur Diagnostik beim SHT im Kindesalter in beiden betrachteten Patientengruppen beachtet? Wieviele der Kinder mit CT-Untersuchung hatten letztendlich ausreichend schwerwiegende Verletzungen erlitten um im Nachhinein die Strahlenexposition zu rechtfertigen? Kurz: Sind die Leitlinien eine sichere Richtschnur für ein ärztliches Handeln nach dem ALARA-Prinzip?

In beiden Gruppen stand bei Kindern unter 18 Monaten ohne neurologische Defizite die Sonographie als nicht strahlenbelastende und schnell verfügbare Maßnahme im Vordergrund. Kinder mit schlechterer neurologischer Verfassung erhielten häufiger eine CT-Untersuchung.

Die Computertomographie wurde im ersten Kollektiv bei 18% der Patienten ohne jegliche neurologische Defizite zur Diagnostik herangezogen. Im zweiten Kollektiv sank dieser Anteil erfreulicherweise auf 7,2%. Diese Entwicklung muss im Zusammenhang mit dem Rückgang der CT-Untersuchungen im zweiten Kollektiv gesehen werden. Während der Jahre 1997-2003 erhielten noch insgesamt ca. 30% der in der Studie betrachteten Kinder eine CT-Untersuchung. In den Jahren 2009-2010 waren es nur noch 7%. Dabei ist zu bedenken, dass in der zweiten Gruppe keineswegs Kinder mit weniger dramatischen Unfallereignissen oder besserem neurologischen Status vorstellig wurden, sondern die Verteilung der Unfallursachen und neurologischen Auffälligkeiten denen der ersten entsprach. (Vergleiche Kapitel 3.3.2 und 3.3.5)

Dieses Ergebnis erscheint unerwartet, ließe sich doch aufgrund der Fortschritte in der Medizintechnik eine Zunahme an CT-Untersuchungen annehmen, entsprechend des sogenannten „technologischen Imperativs“ nach Fuchs (1968) [28]: Alle zurzeit verfügbaren diagnostischen Mittel werden angewandt, uneingedenk der Kosten oder eventuellen schädlichen Folgen aufgrund von Strahlenbelastung [21].

In den USA zeigte sich eine Zunahme des Anteils der Strahlenbelastung durch CT-Untersuchungen bezogen auf die Gesamthöhe der Strahlenbelastung weltweit seit 1980 von 5% auf 30%. Im Jahr 1994 hatte Deutschland einen Anteil von 37,8% an der weltweiten medizinischen Strahlenexposition. Der Anteil der in Deutschland durchgeführten CT-Untersuchungen an allen radiologischen Untersuchungen betrug 4,2%. Weltweit ist der Anteil an der medizinischen Strahlenbelastung durch CT-Untersuchungen auf 38–60% gestiegen [29]. Laut des Ärztereports der Barmer GEK aus dem Jahr 2011 wurden im Jahr 2009 6% aller deutschen Bürger einer CT-Untersuchung unterzogen. Somit liegt Deutschland im internationalen Mittelfeld betreffend der durchgeführten CT-Untersuchungen [30]. Der Anteil der CT-Untersuchungen bei Kindern lag laut einer Studie der Medizinischen Hochschule Hannover mit Daten des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) im Jahr 2005 und 2006 bei 1%. Im Vergleich dazu bestand in den USA ein Anteil der CT-Untersuchungen von Kindern von 6% [31].

Zwar hat sich im klinischen Alltag der Abteilung für Kinderradiologie in Gießen die Bereitschaft gezeigt, eine wenig aussagekräftige Methode mit Strahlenexposition, wie die Röntgenaufnahme des Schädels, im Laufe der Jahre seltener durchzuführen. Doch wurde diese Überlegung nicht in gleichem Maße auf die Durchführung einer Computertomographie übertragen, welche die Patienten einer erheblich größeren Strahlenexposition aussetzt. Obwohl die Anzahl an CT-Untersuchungen insgesamt abgenommen hat, bestand für viele der durchgeführten Aufnahmen keine ausreichende Indikation. So wurden beispielsweise unnötigerweise Patienten mit unauffälligem neurologischem Befund einer CT-Untersuchung unterzogen. Zudem haben von den in beiden Gruppen 340 ambulant behandelten Patienten 14 eine CT-Untersuchung erhalten (4,12%). Diese CT - Befunde der Patienten waren unauffällig. Patienten lediglich einer CT-Untersuchung auszusetzen, um sie anschließend entlassen zu können, stellt keine ausreichende Indikation für eine Strahlenexposition dar.

In beiden Patientenkollektiven der vorliegenden Studie haben die Untersucher ihre Diagnostik leitliniengerecht ausgerichtet (Siehe Kapitel 3.4). Wurde zum Beispiel eine

Amnesie oder eine Bewusstseinsstörung festgestellt, wurden die betroffenen Kinder häufiger einer CT unterzogen als Patienten ohne ein solches Kriterium in der Anamnese. Rechtfertigen jedoch die einzelnen Kriterien wie Ergebnis der körperlichen Untersuchung, wie Amnesie als Traumafolge oder Erbrechen eine potentiell schädigende Untersuchung?

Dieses Thema betreffend herrscht in der Literatur Uneinigkeit [32-37]. Bei Halley et al. [32], einer amerikanischen Studie aus dem Jahr 2004, wird für alle Kinder mit Bewusstseinsverlust oder Amnesie nach SHT eine CT empfohlen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen eine geringe Sensitivität und Spezifität der körperlichen Untersuchung bezüglich der tatsächlichen Verletzungen an. Spätere CT-Befunde ließen sich somit nicht anhand der Untersuchung vorhersagen. Demnach sei die unauffällige körperliche Untersuchung kein Kriterium um CT-Untersuchungen zu unterlassen. (Tabelle im Anhang). Somit bestehe mit dem Unterlassen der CT-Untersuchung die Gefahr intrakranielle Verletzungen zu übersehen.

Unterstützend wird bei Simon et al. [33] ebenso darauf hingewiesen, dass der neurologische Untersuchungsstatus keine Vorhersagekraft bezüglich der intrakraniellen Verletzung habe. Hier wird auch eine Aussagekraft von Bewusstseinsverlust und verminderter GCS bezüglich der Schwere der Verletzung verneint. Folglich empfehle sich bei Kindern mit schwerem Unfallhergang die CT-Indikation großzügig zu stellen.

Bei Murshid sowie Davis et al. [34,35] hingegen wird ein restriktiverer Umgang mit der CT propagiert. Hiernach sei bei einer GCS von 15 bei Aufnahme trotz Bewusstseinsverlust nach Trauma eine Unterlassung der CT-Untersuchung möglich.

Bei Haydel et al. sowie Stiell et al. [36,37] werden folgende Merkmale angeführt, welche die CT bei leichtem SHT rechtfertigen sollen. Diese Merkmale beziehen sich nicht speziell auf Kinder sondern sind generell als Maßnahmen zum Strahlenschutz anzusehen: Zum einen sollte eine GCS von weniger als 15 Punkten eine Indikation zur Schädel-CT darstellen. Ebenso wird ein klinischer Verdacht auf eine offene Fraktur oder Impressionsfraktur genannt, sowie klinische Zeichen einer Schädel-Basis-Fraktur, sichtbare Traumafolgen oberhalb der Clavicula, anhaltende Amnesie in der Notaufnahme, Alkohol- oder Drogenabusus und mehrfaches Erbrechen nach dem Trauma. Des Weiteren genannt werden ein posttraumatischer epileptischer Anfall, anhaltende Kopfschmerzen und eine Therapie mit Antikoagulantien. Außerdem wird empfohlen eine

Computertomographie nach einem Ereignis mit einem gefährlichen Unfallmechanismus durchzuführen [36,37].

In dieser Studie mit Patienten des UKGM sind Sensitivität und Spezifität der Anamnese und körperlichen Untersuchung wie bei Halley et al. [32] nicht ausreichend um deren Aussagekraft für das spätere Schicksal der Kinder zu bekräftigen. (Tabelle: siehe Anhang) Wie bereits erwähnt, wurde den Leitlinien [10] und auch den Aussagen der Studien von Halley und Simon [32,33] entsprechend im Fall einer Bewusstseinsstörung oder Amnesie eine CT durchgeführt. Betrachtet man jedoch die letztendlichen Diagnosen der Kinder, fällt Folgendes auf:

In der Diagnosenverteilung bei Entlassung stellen schwere Verletzungen die Ausnahme dar. Keines der insgesamt 820 Unfallereignisse führte zum Tod des Patienten.

Bei Patienten ohne ernste Verletzungen lag auch in den meisten Fällen ein weniger schwerwiegender Unfall vor. Äußere Kopfverletzungen und Begleitverletzungen lagen gar nicht vor oder waren nicht bedeutend. Die neurologische Untersuchung war in den meisten Fällen unauffällig, ebenso wie der Bewusstseinszustand oder das Erinnerungsvermögen. Wurde in Fällen mit letzten Endes banaler Diagnose („Schädelprellung“, „SHT 1°“, „Commotio“ oder eine sonstige nicht den Schädel betreffende Diagnose) eine CT veranlasst, muss also der Grund für diese Entscheidung aufgeschlüsselt werden.

Zusammenfassend lässt sich also zeigen, wie wenig das Auftreten eines einzigen Merkmals, wie z.B. Amnesie oder Erbrechen nach dem Trauma über das weitere Schicksal des Kindes aussagt. Eine Rechtfertigung für eine CT-Untersuchung sollte keineswegs anhand einzelner Parameter gegeben werden, wie es die Leitlinien suggerieren. Erbrechen, Amnesie, selbst neurologische Beeinträchtigungen und Bewusstseinsstörungen sagen wenig über die wirkliche Schwere des Krankheitsbildes aus.

Schlussendlich sollte bei einem Patienten mit einer traumatischen Einwirkung auf den Schädel zunächst eine gründliche Anamnese erhoben und eine neurologische Untersuchung durchgeführt werden, wobei großer Wert auf eine gute Dokumentation gelegt werden sollte. Ein Ultraschall bietet sich bei entsprechendem Alter des Kindes in jedem Fall an. Da unauffällige Untersuchungsbefunde, Amnesie und Bewusstseinsverlust keine Vorhersage über den tatsächlichen intrakraniellen Status zulassen, sollte anhand der Schwere des Unfallmechanismus über die Durchführung einer CT entschieden werden. Wichtig ist eine im Anschluss folgende stationäre Überwachung, auch bei neurologisch

unauffälligen Kindern. Bei einer Verschlechterung des neurologischen Zustands besteht die Möglichkeit der späteren CT-Untersuchung.

Die Auswertung der Patientendaten aus den Jahren 1997 bis 2003 und 2009 bis 2010 zeigt, dass hier kein schwerwiegender Befund übersehen wurde. Jedoch wurden in zu vielen Fällen CTs ohne ausreichende rechtfertigende Indikation veranlasst, welche die Kinder einer unnötigen Röntgenstrahlung aussetzten. Hierfür lassen sich zahlreiche Ursachen finden. Einerseits verführt allein das Vorhandensein eines Computertomographen zur schnellen, aber strahlenbelastenden Diagnostik. Gerade für junge Assistenzärzte stellt die CT bei Defiziten in der klinischen Erfahrung eine Absicherung dar. Da viele Eltern eine bildgebende Maßnahme geradezu erwarten, steht insbesondere der unerfahrene Untersucher möglicherweise unter Druck „etwas tun zu müssen“, auch wenn dies klinisch wenig sinnvoll erscheint. Für manche Eltern steht die CT-Aufnahme für etwas Greifbares, als „Beweis“ für den Zustand ihres Kindes. Wie bei Alzen et al. [38] beschrieben sind Eltern oft in dem Glauben, eine Commotio cerebri ließe sich in einem Röntgenbild oder der CT darstellen. Wie bereits zuvor erwähnt, zeigen die Daten aus dieser Studie, dass in beiden Patientengruppen zahlreiche ambulant behandelte Patienten eine CT-Untersuchung erhielten. Hierbei liegt die Vermutung nahe, diese CT-Untersuchung habe lediglich der Absicherung der Ärzte und Eltern gedient, um den jungen Patienten anschließend „sicher“ nach Hause entlassen zu können. Ferner muss überlegt werden, ob auch die Tageszeit einen Einfluss auf die Häufigkeit durchgeführter Untersuchungen hat. Bettenknappheit oder Überlastung des Arztes im Nachtdienst dürfen keine Indikation für eine Überdiagnostik darstellen. Welche Auswirkung die Exposition ionisierender Strahlung in Kindheit und Jugend auf die Gesundheit der Patienten hat, zeigt die im Mai 2013 veröffentlichte epidemiologische Kohortenstudie von Mathews et al. aus Australien: Rund 11 Millionen von 1985 bis 2005 geborene Patienten wurden in dieser Studie danach eingeteilt, ob sie in ihrer Kindheit und Jugend einer Strahlenexposition durch eine CT ausgesetzt waren oder nicht. Die Tumorinzidenz war in der strahlenexponierten Gruppe um 24% höher als in der nicht exponierten. Dabei lag die mittlere effektive Strahlendosis bei 4,5 mSv pro CT-Untersuchung [39].

4.2 Grenzen der Studie

Als retrospektiver Studie sind dieser Auswertung Grenzen gesetzt. Zum einen ist durch die nachträgliche Auswertung vergangener Unfallhergänge keine direkte Interaktion mit

den betroffenen Patienten möglich. Als einzige Quelle können gespeicherte Daten gesehen werden, deren Korrektheit und Vollständigkeit nicht ohne Vorbehalte vorausgesetzt werden kann. Hinzu kommt, dass sich Kleinkinder und Säuglinge nicht mitteilen können und sich somit keine oder nur unzureichende Aussagen zu Amnesie oder subjektivem körperlichem Befinden machen lassen. Des Weiteren lassen sich das weitere Schicksal der Patienten und somit gegebenenfalls aufgetretene Spätfolgen bei dieser Studienform nicht mehr beobachten. Darüber hinaus ließen sich Lücken in der Erfassung der Daten aus Patientenakten aufgrund mangelhafter Dokumentation der Untersucher nicht vermeiden. So wurde die Einteilung der Patienten anhand der GCS unterlassen, da aufgrund mangelhafter Dokumentation wenige Angaben zur Skala vorlagen und diese im Nachhinein anhand des neurologischen Befundes aufgrund zu geringer Angaben schwierig zu schätzen war.

4.3 Bedeutung der Studie

Der Arzt wird im Berufsalltag vor viele Entscheidungen gestellt. Oft müssen diese zügig und ohne langes Überlegen gefällt werden, da eine Verzögerung Schaden für den Patienten bedeuten könnte. Somit können die für zahlreiche Krankheitsbilder ausgearbeiteten Leitlinien als eine Richtschnur für das ärztliche Handeln gelten.

Jedoch ist das geradlinige Befolgen dieser Leitlinien nicht immer unbedingt angebracht. Wie die Ausarbeitung der in dieser Studie gesammelten Informationen zeigt, hat sich die Abteilung für Kinderradiologie des UKGM leitlinienkonform verhalten.

Ziel einer guten Diagnostik ist es, keine akut therapiebedürftigen Traumafolgen zu übersehen, jedoch den Anteil einer Überdiagnostik möglichst gering zu halten. In den insgesamt sieben betrachteten Jahren waren in der Kinderradiologie 816 Kinder mit einer traumatischen Einwirkung auf den Kopf vorstellig geworden. Dabei wurde keine beeinträchtigende oder gar tödliche Verletzung übersehen, kein Patient starb an seiner Verletzung. Dennoch waren in den meisten Fällen, in welchen lediglich eine Schädelprellung, eine andere äußerliche banale Verletzung oder ein geringgradiges Schädel-Hirn-Trauma vorlag, die diagnostischen Maßnahmen ausgeschöpft worden.

Somit soll diese Studie ein Überdenken des bisher verfolgten Vorgehens beim SHT im Kindesalter anregen. Nicht nur für die radiologische Abteilung der Kinderklinik des UKGM ist somit eine kritische Betrachtung der Leitlinien von Bedeutung, eventuell sogar eine Neubearbeitung der Leitlinien zu bedenken.

4.4 Ausblick

Die Ursachen für die Überdiagnostik bei Kindern mit traumatischer Einwirkung auf den Kopf sind zahlreich, viele ließen sich jedoch vermeiden. Gründe für ein zu eiliges Anordnen potentiell schädigender Bildgebung sind neben Angst vor Fehlern, welche Schäden am Patienten zur Folge haben könnten, auch die Angst des Arztes vor juristischen Folgen bei Übersehen einer Verletzung. Laut Gesetz bedarf jede potentiell schädigende Untersuchung nicht nur der Einwilligung des Patienten sondern auch einer medizinischen Indikation. Daher sind Ärzte angehalten unnötige Untersuchungen zu vermeiden. Auch wird eine Ausschöpfung der Diagnostik von der Rechtsprechung keineswegs vorausgesetzt [38, 40, 41].

Auch ließe sich der Ablauf der Akutversorgung bei Polytraumapatienten verbessern. Ein Konzept hierfür ist die bereits 1995 von G. Alzen und A. Stargardt [42] vorgestellte Diagnosestraße: Sie besteht aus einem Computertomographen, einem C-Stativ für eine Rasteraufnahme und einem Durchleuchtungsgerät. In der Längsachse sind die Röntengeräte angeordnet. Das C-Stativ und das Durchleuchtungsgerät benutzen denselben Durchleuchtungstisch, wodurch ein Umlagern des Patienten von einem Tisch auf den anderen unnötig wird. Eine Schiebewand kann gegebenenfalls den Computertomographen von den beiden anderen Apparaten abtrennen, sodass in zwei Räumen parallel untersucht werden kann. Diese Anordnung erspart dem gehfähigen Patienten oder dem Transportpersonal Wegstrecke und somit auch Zeit, welche für eine ausführliche Dokumentation genutzt werden kann. Außerdem muss nur für einen Diagnoseräum Überwachungspersonal anwesend sein und kann sich in einem überschaubareren Rahmen bewegen [42]. Somit kann den zahlreichen im Schockraum anwesenden Untersuchern aus verschiedenen Fachrichtungen, von denen letztendlich nur wenige gleichzeitig am Patienten tätig sein können, ein besserer Überblick und ein ruhigeres Arbeitsumfeld gewährt werden, was sicherlich die Genauigkeit zum Beispiel einer neurologischen Untersuchung fördert.

Neue MRT-Techniken erlauben es, Informationen über die Hirnfunktionen zu erhalten, welche die Computertomographie nicht liefern kann. Doch ist die Auswirkung dieser Informationen auf die Therapie und das weitere Schicksal der jungen Patienten bisher noch nicht ausreichend erforscht [43]. Im Jahr 2010 berichtete Developmental Neuroscience über neue Methoden in der SHT-Diagnostik [44]. Durch diese Entwicklungen könnte die MRT an Bedeutung für die Diagnostik des SHT gewinnen. Jedoch muss hier

einschränkend, darauf hingewiesen werden, dass die langdauernde MRT – Untersuchung, welche gegebenenfalls auch eine Sedierung des Kindes verlangt, trotz des Vorteils der fehlenden Strahlenexposition, ebenfalls rechtfertigender Indikation bedarf.

So hilft zum Beispiel die Suszeptibilitätsgewichtete Bildgebung (Susceptibility weighed imaging; SWI) kleinste Blutungen im Parenchym zu erkennen. Diese hochauflösende Methode nutzt paramagnetische Eigenschaften von Blutprodukten wie desoxygeniertem Hämoglobin, intrazellulärem Methämoglobin und Hämosiderin. Somit lässt sich desoxygeniertes intravaskuläres und extravaskuläres Blut nachweisen, was bei einer Blutung im Rahmen eines SHT von Nutzen sein könnte. Ebenso ist diese Methode sehr sensitiv im Erkennen von Eisenablagerungen, Verkalkungen und Luft.

Ferner ist die SWI geeignet zur Diagnose von Koagulopathien, Malformationen, Venenthrombosen, hypoxischen Verletzungen, neoplastischen Veränderungen mit Blutung, Kalzifikationen oder neurodegenerativen Störungen mit Calcium- oder Eisenablagerungen. Die SWI entdeckt 4- bis 6-mal so viele Mikrohämmorrhagien bei Unfalltrauma verglichen mit der normalen T2-Wichtung. Außerdem lässt sich die Langzeitprognose in neurologischer und neuropsychologischer Hinsicht mit der SWI präzise bestimmen.

Die Diffusionsgewichtete Bildgebung/ Diffusions Tensor (Diffusion weighed imaging/ Diffusion tensor) erlaubt diffuse Verletzungen der weißen Substanz zu lokalisieren. Sie ist besser geeignet beim Auffinden von Ischämien als die konventionelle MRT und liefert somit gute Hinweise auf ernste Verletzungen [44].

Oft werden bei Patienten mit unauffälliger MRT des Gehirns dennoch neuropsychologische Defizite gefunden. Die MR-Spektroskopie (MRS) bietet die Möglichkeit anhand des Nachweises von Metabolitveränderungen auf Hirnschädigungen hinzuweisen, welche in der MRT übersehen werden. Die MRS betrachtet Metabolite wie Laktat, N-Acetylaspartat (NAA), Cholin, Glutamin und verbindet somit Anatomie und Stoffwechsel. Mit dieser Methode kann man mittels sogenanntem „Cell tracking“ Entzündung und Apoptose in vivo beobachten. Anhand eines reduzierten NAA-Spiegels lassen sich mit der MR-Spektroskopie Hirnverletzungen bei normalem konventionellen MRT feststellen, da eine Reduktion dieser Substanz bei einem normal aussehenden Gehirn eine Wallerdegeneration oder einen diffusen axonalen Schaden bedeutet [45].

Alles in allem bieten diese Techniken ein tieferes Verständnis von der Pathogenese des SHT indem sie die Biomechanik im Gehirn besser erklären können. Dadurch lassen sich in Zukunft möglicherweise neue Therapiemöglichkeiten entwickeln.

5 Schlussfolgerung

Abschließend lassen sich die in der Einleitung gestellten Fragen mit der durchgeführten Untersuchung folgendermaßen beantworten:

Letztendlich gibt es nicht „das eine“ bildgebende Verfahren, welches tatsächlich die beste diagnostische Maßnahme darstellt. Eine Kombination aus gründlicher Anamnese insbesondere bezüglich des Unfallhergangs und genauer neurologischer Untersuchung, gegebenenfalls mit EEG, eine Sonographie und eine anschließende Überwachung auf Station sind ausschlaggebend. Das Computertomogramm sollte nur eingesetzt werden, wenn ein schlechter neurologischer Status einhergehend mit einem schweren Unfallhergang es rechtfertigen. Die Überwachung auf Station ermöglicht bei sich im Verlauf verschlechternder Neurologie eine CT zu späterem Zeitpunkt. Röntgen und MRT werden kaum angewandt und liefern in der Regel keine diagnoseweisenden Befunde. Es lässt sich jedoch aufgrund des technischen Fortschritts annehmen, dass die MRT im Laufe der Zeit an Bedeutung gewinnen wird.

Des Weiteren wurde die Rolle der vor der Bildgebung durchgeführten Anamnese und neurologischen Untersuchung betrachtet. Hier dienten die Berichte der Voruntersucher oder auch Notarztprotokolle zur Information. Die Angaben zu neurologischen Befunden waren, wenn überhaupt vorhanden, meist mangelhaft und unvollständig dokumentiert.. Jedoch zeigten sich Anamnese und körperliche Untersuchung von geringerer Bedeutung für das Stellen einer CT-Indikation als erwartet. Wie auch in anderen Studien [32,33] berichtet wird, bieten der neurologische Befund, das Vorhandensein einer Amnesie oder einer Bewusstseinsstörung wenig Vorhersagekraft über das Ergebnis der CT-Untersuchung. Dennoch dürfen die Anamnese und Untersuchung keineswegs vernachlässigt werden, da sich nur bei gründlicher Betrachtung ein Eindruck über den Unfallhergang und den Gesamtzustand des Patienten gewinnen lässt. Nur bei gut erhobenem und dokumentiertem Ausgangsbefund lassen sich folgende Veränderungen besser er-

kennen und behandeln. Die Schwere des Unfallhergangs scheint ein geeigneterer Parameter für die Indikation einer strahlenbelastenden Maßnahme zu sein als die in den Leitlinien aufgezählten Punkte.

Ein Vergleich der Patientengruppen aus den Jahren 1997-2003 und 2009-2010 zeigt eine ähnliche Verteilung bezüglich der Verletzungsursachen und Verletzungsmuster. Hinsichtlich der Diagnostik lässt sich zwar ein Rückgang an CT-Untersuchungen allgemein feststellen, jedoch wurde auch in der zweiten Gruppe die Diagnostik an Betracht der geringen oder gar fehlenden neurologischen Symptomatik oft unnötigerweise voll ausgeschöpft. Dennoch lässt sich im Vergleich zwischen den beiden Gruppen ein restriktiverer Umgang mit strahlenbelastenden Maßnahmen erkennen. Dies führte aber keineswegs zu einem Übersehen von schweren Verletzungen oder gar zum Tod eines Patienten, wobei einschränkend erneut auf die Grenzen der retrospektiven Arbeitsweise hingewiesen werden muss, welche ein Verfolgen des Schicksals der Patienten nach Entlassung aus der Behandlung nicht ermöglicht.

6 Zusammenfassung

Fragestellung

In dieser Studie wurden Patientendaten aus der Abteilung für Kinderradiologie des Universitätsklinikums Gießen aus den Jahren 1997-2003 und 2009-2010 betrachtet und verglichen, mit dem Ziel, eine Wertigkeit in der Diagnostik des SHT im Kindesalter festzulegen. Es sollten folgende Fragen beantwortet werden:

1. Mit welchen bildgebenden Verfahren lässt sich ein Schädel-Hirn-Trauma im Kindesalter am besten diagnostizieren?
2. Welche Voruntersuchungen werden zur radiologischen Diagnostik des Schädel-Hirn-Traumas benötigt und eingesetzt, bevor die Patienten in der Radiologie vorstellig werden und welches Vorwissen ist erforderlich um eine adäquate Diagnostik zu leisten?
3. Sind die Informationen der überweisenden Institutionen ausreichend um die adäquaten bildgebenden Methoden für die jeweiligen Patienten zu bestimmen?
4. Lässt sich ein unnötiger Einsatz strahlenbelastender Maßnahmen erkennen und zeigt sich gegebenenfalls die Ursache hierfür?
5. Inwieweit ist die diagnostische Vorgehensweise in der Kinderradiologie Gießen an den Richtlinien der AWMF orientiert?
6. Ist im Vergleich zwischen den beiden Gruppen eine Dynamik im Untersuchungsergang und den daraus folgenden Therapiemaßnahmen erkennbar?

Material und Methoden

Es handelt sich um eine retrospektive, statistisch-epidemiologische Studie. Dieses Design wurde gewählt, um rückblickend eine mögliche Entwicklung in der Diagnostik des SHT im Kindesalter am Standort Gießen aufzuzeigen. Es wurden zwei Gruppen von Patienten zwischen 0 und 18 Jahren in den Zeiträumen von 1997 bis 2003 und von 2009 bis 2010 einander gegenübergestellt. In der ersten Gruppe betrug die Anzahl der Patienten 452, in der zweiten Gruppe 364 Kinder. Die epidemiologischen und klinischen Daten wurden mithilfe des Informationssystem MEDOS (MEDOS, Langenselbold) aus Arztbriefen extrahiert. Informationen wurden gewonnen bezüglich: Geschlecht, Alter, Unfallursache, Vorerkrankungen, Anamnese, radiologischer Diagnostik

und Diagnose laut Akte. Diese Daten wurden mit EXCEL (Microsoft, 2010) in Tabellenform gebracht und verschlüsselt. Zur statistischen Auswertung wurden die verschlüsselten Daten mit dem Programm SPSS (IBM SPSS Statistics 20, 2011) bearbeitet. Korrelationen wurden mit dem χ^2 -Test nach Pearson (Signifikanzniveau $p < 0,05$) geprüft.

Ergebnisse

Bei Betrachtung der beiden Patientenkollektive zeigte sich keine vermehrte Unfallhäufigkeit bei einem der beiden Geschlechter. Als häufigste Unfallursachen ließen sich in beiden Gruppen Stürze aus Höhen bis zu 50 cm und Verkehrsunfälle ausmachen, wobei jedoch in der zweiten Gruppe die unbeobachteten Unfallereignisse deutlich häufiger aufgetreten waren, als in der ersten. Vorerkrankungen und Untersuchungsergebnisse der Kinder waren in beiden Gruppen ähnlich verteilt, wobei die Dokumentation der Untersuchungsbefunde, insbesondere die der neurologischen Untersuchung, in beiden Vergleichsgruppen mangelhaft war.

Hinsichtlich der Bildgebung wurden in der zweiten Gruppe 20% mehr Sonographieuntersuchungen durchgeführt als in der ersten Gruppe. Weiterhin zeigte sich ein Rückgang der Röntgenuntersuchungen im Verlauf der Jahre, sowie auch ein Rückgang der CT-Untersuchungen. Die Patienten der zweiten Gruppe wurden zu 61% stationär aufgenommen im Vergleich zu 55% in den Vorjahren.

Bei beiden Kollektiven wurden die in den AWMF-Leitlinien von 2011 dargelegten Kriterien für die Indikation zu einer CT-Untersuchung befolgt.

Es bestand keine Korrelation zwischen Geschlecht und Unfallursache. Es ließ sich jedoch ein Zusammenhang zwischen dem neurologischen Befund und der darauffolgenden Bildgebung feststellen, sowie zwischen der Unfallursache und dem Auftreten einer Kopfverletzung. Bestanden keine Auffälligkeiten wurde in beiden Gruppen zumeist eine Sonographie durchgeführt, bei schlechterem neurologischem Zustand wurden häufiger mehrere Maßnahmen, insbesondere CT-Untersuchungen, angewendet. Bei der ersten Gruppe zeigte sich bei zunehmend schlechterem Bewusstsein des Patienten eine höhere Bereitschaft eine CT durchzuführen im Vergleich zu Patienten mit unauffälligem Bewusstseinsstatus. Diese Tendenz zeigte sich auch in der zweiten Gruppe bei allerdings geringerer CT-Häufigkeit. In der ersten Gruppe ließ sich ein Zusammenhang zwischen der Unfallursache und der Art der Verletzung herstellen. Innere Kopfverletzungen traten bei schwerwiegenderen Unfallursachen gehäuft auf. Insgesamt zeigte sich hier

jedoch eine mangelhafte Dokumentation der Untersuchungsbefunde. In der zweiten Gruppe zeigte sich auch ein Zusammenhang zwischen der Unfallursache und der Art der Verletzung. Verletzungen mehrerer Körperregionen traten eher auf bei Verkehrsunfällen, Unfällen im Haushalt und bei Stürzen aus über zwei Metern. Auf Stürze aus geringerer Höhe folgte eine Kopfverletzung, ohne dass andere Körperteile zusätzlich betroffen waren. Insgesamt zeigte sich auch hier die mangelhafte Dokumentation der Untersuchungsbefunde.

Diskussion

Wichtig bei der Diagnostik bei Kindern mit traumatischer Einwirkung auf den Kopf ist, zu erkennen in welchem Fall eine schwerwiegende und therapiebedürftige Diagnose vorliegt und in welchen Fällen eine Diagnostik mit dem Einsatz ionisierender Strahlung eine unnötige Belastung für den Patienten darstellt. Die AWMF Leitlinien von 2011 raten beim Vorliegen einzelner Befunde, wie dem einer Amnesie oder eines Krampfanfalls, zur Durchführung einer CT-Untersuchung. In dieser Studie zeigte sich, dass das Vorliegen dieser Befunde alleine nicht zwingend für eine schwerwiegende Verletzung spricht und somit die Indikation für eine Strahlenexposition hierdurch nicht zwangsläufig gegeben ist. Ebenso wie in der Literatur angegeben, ließ sich feststellen, dass selbst die neurologische Untersuchung eine geringe Vorhersagekraft besitzt, was das tatsächliche Vorliegen einer Pathologie in der Computertomographie betrifft. Die Computertomographie sollte nur in den Fällen eingesetzt werden, wenn die Kombination aus Unfallhergang, Bewusstseinszustand und neurologischem Status des Kindes auf eine schwerwiegende Verletzung hindeutet.

Zwar zeigte sich im Hinblick auf die Röntgenuntersuchung ein deutlicher Rückgang dieser mit Strahlenexposition verbundenen Maßnahme, welche zudem eine geringe Aussagekraft für das weitere Vorgehen besitzt. Jedoch hinsichtlich der CT-Untersuchungen zeigte sich weniger Bereitschaft diese bei unauffälligem neurologischem Status zu unterlassen. Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der MRT-Techniken könnten neue Diagnose- und Therapiemöglichkeiten erschließen, da sie ein tieferes Verständnis von der Pathogenese des SHT liefern, indem sie die Biomechanik im Gehirn besser erklären können.

Schlussfolgerung

Hinsichtlich der Diagnostik lässt sich zwar ein Rückgang an CT-Untersuchungen allgemein feststellen, jedoch wurde auch in der zweiten Gruppe die Diagnostik oft unnötigerweise voll ausgeschöpft. Ein restriktiverer Umgang mit CT-Untersuchungen bei unauffälliger Anamnese und Untersuchung führt nicht zwangsläufig zum Übersehen schwerer Verletzungen. Als Ursache für diese Überdiagnostik lässt sich zum einen die häufig mangelhafte Dokumentation von Voruntersuchern festmachen. Bei unzureichender Erfahrung, unter Zeitdruck, im Nachtdienst und auch unter Drängen der Eltern eines Patienten kann die CT als Absicherungsmaßnahme dienen, um keinen schwerwiegenden Befund zu übersehen. Zum anderen verführt striktes Befolgen der Leitlinien der AWMF von 2011 zu großzügiger Anwendung einer Maßnahme, welche mit dem erheblichen Risiko einhergeht, durch ionisierende Strahlung eine Schädigung auszulösen. Somit soll diese Studie ein Überdenken des bisher verfolgten Vorgehens beim SHT im Kindesalter und eine kritische Betrachtung der Leitlinien anregen.

7 Summary

Aim of the study

The aim of this study was to determine the significance concerning gain of information for therapeutic decisions of radiological diagnostic tests in traumatic brain injury (TBI) in children. Therefore a comparison was made between two groups of patients who were examined after a head injury between 1997 and 2003 and between 2009 and 2010. The study targets the following questions:

1. Which of the existing imaging techniques is best to detect TBI in children?
2. Which kind of clinical examinations are necessary before patients are sent for radiological examination?
3. Which information about the patients is necessary to apply the matching diagnostical techniques? Is the information of clinical examiners sufficient to decide about the adequate diagnostical method?
4. Is there any evidence of inadequate radiation exposure and could any evidence of overuse of diagnostics be identified?
5. To what extent does the diagnostic approach of the radiologic department of the children's hospital in Giessen follow the AWMF guidelines?
6. On comparison of both groups, can any change in the diagnostical approach and the following therapy concepts be found between the two periods reviewed?

Material and Methods

For this study, 816 files of patients with a head injury who were examined at the UKGM between 1997 and 2003 (n1=452) and 2009 and 2010 (n=364) were reviewed. At time of examination the patients were between 0 and 18 years old. The epidemiological and clinical data was extracted with the information system MEDOS (MEDOS, Langenselbold) regarding sex, age, trauma mechanism, comorbidities, history, radiological diagnostics and the diagnosis written in the file. This data was encrypted and processed with EXCEL (Microsoft, 2010) and the statistics programm SPSS (IBM SPSS Statistics 20, 2011). Correlations were tested with the χ^2 -test of Pearson (level of significance $p < 0,05$).

Results

Boys and girls were equally affected by head injury. The most common trauma mechanism in both groups were falls from a height of 50 cm and road accidents. Unobserved accidents happened more frequently in the second collective than in the first one. Both groups showed a similar distribution of comorbidities and findings on clinical examination, with the scale of documentation of the findings being insufficient in both of the groups.

The second group received 20% more sonographic examinations than the first group. Moreover, a distinct decrease of skull X-ray as well as a decrease of CT scans could be observed over the course of time. 61% of the second group were observed in hospital, compared to 55% of the first group.

In both groups the examiners followed the recommendations for the indication of CT scans according to the AWMF guidelines.

No correlation could be found between sex and trauma mechanism, but between neurological examination and imaging modalities as well as trauma mechanism and head injury. Patients without abnormalities received sonographic examination, whereas patients with severe neurological findings received several diagnostic tests especially CT scans.

In the first group, patients with increasing impairment of their state of consciousness received more often a CT scan compared to those without impairment. A correlation could be found between trauma mechanism and type of injury. Brain pathology was more often found with severe trauma mechanisms. Altogether, the documentation of clinical diagnostic findings was insufficient. The second group also showed a correlation between trauma mechanism and the extent of injury. Road accidents, accidents at home and falls from a height of 2 m lead to injuries of both head and other body parts. Patients who had fallen from low heights showed injuries of the head without other body parts being affected. All in all, the documentation of diagnostic findings was also insufficient in the second group.

Discussion

The important aim of our study was to determine whether there was sufficient clinical evidence of severe brain injury requiring further treatment or observation justifying the use of imaging tests with inherent radiation exposure. The AWMF guidelines of 2011 recommend performing a CT scan when patients present a single diagnostical feature such as amnesia or seizures. This study showed that those findings alone do not identify patients with severe injuries and therefore do not inevitably give the indication for CT scans. As described in literature this study showed, that even neurological findings alone cannot predict pathological findings on CT scan. CT scans should only be used when the combination of trauma mechanism, state of consciousness and neurological findings suggests a severe injury.

On the one hand, a distinct decrease of skull X-rays could be found between both groups, while this method is associated with radiation exposure and moreover with little gain of information concerning TBI. On the other hand however, although there was also a decrease of CT scans altogether, this method, which results in even more radiation exposure, was still used several times without indications for severe injuries. New MRI techniques could exploit new fields of therapy because they provide a better understanding of the biomechanics of the brain.

Conclusion

Concerning diagnostic modalities, one can find a decrease of CT scans in the recent years. However, in both groups diagnostic methods often were exhausted without need. Being more restrained with CT scans when history and examination do not show any abnormalities does not inevitably lead to missing out on severe injuries. A deficient documentation of clinical examinations is one of the reasons for this kind of overuse of diagnostics. Moreover, clinicians might indicate CT scans when insecure the young patient is not severely injured, especially when the examiners are not sufficiently experienced, when suffering from time pressure, when doing night duty or when the patients' parents are insisting on a scan although there is no sufficient indication.

Strictly abiding by the AWMF guidelines of 2011 also leads to permissive use of a diagnostic method, which is associated with a high risk to trigger impairment later in life because of radiation exposure. This study therefore encourages reconsidering the diag-

nostic approach of Traumatic Brain Injury and suggests a more critical interpretation of the guidelines or even new guidelines.

8 Abkürzungsverzeichnis

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
CT	Computertomographie
GCS	Glasgow Coma Scale
GEK	Gmünder Ersatzkasse
HWS	Halswirbelsäule
MRT	Magnetresonanztomographie
SAB	Subarachnoidalblutung
SDB	Subduralblutung
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
TBI	Traumatic brain injury
UKGM	Universitätsklinikum Gießen und Marburg

9 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: 5.0C50 Curved Array Ultraschallsonde, Siemens (Erlangen) http://www.ultrasoundsupply.com/ultrasound-probes/siemens/50c50-convex-array-ultrasound-probe (17.07.2012)	S. 7
Abb. 2: 7.5L40 Linear/Trapez Ultraschallsonde, Siemens (Erlangen) http://www.ultrasolutions.com/Siemens_7.5L40_Linear_Transducer.cfm (17.07.2012)	S. 7
Abb. 3: 4C1 Curved Array Ultraschallsonde, Siemens (Erlangen) http://www.medical.siemens.com/siemens/de (17.07.2012)	S. 8
Abb. 4: 9L4 Linear Ultraschallsonde, Siemens (Erlangen) http://www.medical.siemens.com/siemens/de (17.07.2012)	S. 8
Abb. 5: Unfallverteilung von 1997 bis 2003 in Prozent	S.34
Abb. 6: Unfallverteilung von 2009 bis 2010 in Prozent	S.35
Abb. 7: Vorerkrankungen von 1997 bis 2003 in Prozent	S.35
Abb. 8: Vorerkrankungen von 2009 bis 2010 in Prozent	S.36
Abb. 9: Vergleich der Häufigkeit der EEG-Untersuchungen beider Gruppen in Prozent	S.37
Abb.10: Neurologischer Befund 1997-2003 in Prozent	S.37
Abb.11: Neurologischer Befund 2009-2010 in Prozent	S.38
Abb.12: Kopfverletzungen 1997-2003 in Prozent	S.38
Abb.13: Kopfverletzungen 2009-2010 in Prozent	S.39
Abb.14: Begleitverletzungen 1997-2003 in Prozent	S.40
Abb.15: Begleitverletzungen 2009-2010 in Prozent	S.40
Abb.16: Vergleich der Häufigkeit der stationären Betreuung beider Gruppen in Prozent	S.41

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Darstellung der Unfallursachen von 1997 bis 2003	S.10
Tabelle 2 Darstellung der Vorerkrankungen von 1997 bis 2003	S.11
Tabelle 3: Darstellung des Auftretens einer Amnesie von 1997 bis 2003	S.12
Tabelle 4: Darstellung des Auftretens einer Bewusstseinsstörung von 1997 bis 2003	S.12
Tabelle 5 Neurologischer Befund bei Aufnahme von 1997 bis 2003	S.13
Tabelle 6 Darstellung der EEG-Untersuchungen von 1997 bis 2003	S.13
Tabelle 7 Darstellung des Auftretens von Kopfverletzungen von 1997 bis 2003	S.14
Tabelle 8 Darstellung der Begleitverletzungen von 1997 bis 2003	S.15
Tabelle 9 Darstellung der Sonographie Befunde von 1997 bis 2003	S.16
Tabelle 10 Darstellung der verwendeten Sonographie-Modalitäten von 1997 bis 2003	S.17
Tabelle 11 Darstellung der Röntgenaufnahmen des Schädels in zwei Ebenen von 1997 bis 2003	S.17
Tabelle 12a Darstellung der CT Befunde von 1997 bis 2003	S.18
Tabelle 12b Darstellung der in der CT gefundenen Frakturen von 1997 bis 2003	S.18
Tabelle 12c Darstellung der in der CT gefundenen Hirnverletzungen von 1997 bis 2003	S.19
Tabelle 12d Darstellung kombinierter CT Befunde von 1997 bis 2003	S.19
Tabelle 12e Darstellung der sonstigen CT Befunde von 1997 bis 2003	S.19
Tabelle 13 CT der Nasennebenhöhlen von 1997 bis 2003	S.20
Tabelle 14 CT des Felsenbeins von 1997 bis 2003	S.20
Tabelle 15 Aussagekraft der neurologischen Untersuchung in Bezug auf CT-Befund von 1997 bis 2003	S.20
Tabelle 16 Darstellung der MRT-Befunde von 1997 bis 2003	S.21
Tabelle 17 Darstellung der auf den Unfall folgenden Betreuung von 1997 bis 2003	S.22
Tabelle 18 Darstellung der Diagnosen laut Akte von 1997 bis 2003	S.22
Tabelle 19 Darstellung der Unfallursachen Gruppe von 2009 bis 2010	S.23
Tabelle 20 Darstellung der Vorerkrankungen von 2009 bis 2010	S.24
Tabelle 21 Darstellung des Auftretens einer Amnesie von 2009 bis 2010	S.24
Tabelle 22 Darstellung des Auftretens einer Bewusstseinsstörung von 2009 bis 2010	S.25
Tabelle 23 Darstellung der neurologischen Befunde von 2009 bis 2010	S.25
Tabelle 24 Darstellung der EEG-Untersuchungen von 2009 bis 2010	S.26
Tabelle 25 Darstellung der Kopfverletzungen von 2009 bis 2010	S.26
Tabelle 26 Darstellung der Begleitverletzungen von 2009 bis 2010	S.27
Tabelle 27 Darstellung der Sonographie Befunde von 2009 bis 2010	S.28
Tabelle 28 Darstellung der verwendeten Sonographiemodalitäten von 2009 bis 2010	S.28
Tabelle 29a Darstellung der CT Befunde von 2009 bis 2010	S.29
Tabelle 29b Darstellung der in der CT gefundenen Frakturen von 2009 bis 2010	S.30
Tabelle 29c Darstellung der in der CT gefundenen Hirnverletzungen von 2009 bis 2010	S.30
Tabelle 29d Darstellung kombinierter CT-Befunde von 2009 bis 2010	S.30
Tabelle 29e Darstellung der sonstigen CT-Befunde von 2009 bis 2010	S.30
Tabelle 30 Aussagekraft der neurologischen Untersuchung in Bezug auf CT-Befund	S.31
Tabelle 31 MRT-Befunde von 2009 bis 2010	S.31
Tabelle 32 Darstellung der Bildgebung von 2009 bis 2010	S.32
Tabelle 33 Darstellung der ersten bildgebenden Maßnahme von 2009-2010	S.32
Tabelle 34 Darstellung der Betreuung nach dem Unfall von 2009 bis 2010	S.33
Tabelle 35 Diagnose laut Akte von 2009 bis 2010	S.33
Tabelle 36a Darstellung der Häufigkeit einer CT-Untersuchung abhängig vom neurologischen Befund	S.42
Tabelle 36b Darstellung der Häufigkeit einer Sonographie abhängig vom neurologischen Befund	S.42
Tabelle 36c Darstellung der Häufigkeit einer CT abhängig vom Bewusstseinszustand	S.42
Tabelle 36e Darstellung der Häufigkeit einer CT abhängig vom Vorhandensein einer Gerinnungsstörung	S.43
Tabelle 36f Darstellung der Häufigkeit einer CT abhängig vom Vorliegen einer Intoxikation	S.43

Tabelle 36g Darstellung der Häufigkeit einer CT abhängig vom Bestehen eines Verdachts auf Kindesmisshandlung	S.43
Tabelle 36h Darstellung der Befunde anhand der CT-Untersuchung bei Verdacht auf Kindesmisshandlung	S.43
Tabelle 36i Darstellung der Häufigkeit einer CT-Untersuchung abhängig vom Unfallmechanismus	S.43
Tabelle 36j Darstellung der Häufigkeit einer CT-Befunde abhängig vom Unfallmechanismus	S.43
Tabelle 36k Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Unfallmechanismus	S.44
Tabelle 36l Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Bewusstseinszustand	S.44
Tabelle 36m Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom neurologischen Befund	S.44
Tabelle 36n Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Vorhandensein einer Schädelfraktur	S.44
Tabelle 36o Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig von Liquoraustritt	S.44
Tabelle 37a Darstellung der Häufigkeit einer CT-Untersuchung/ Sonographie abhängig vom neurologischen Befund	S.44
Tabelle 37b Darstellung der Häufigkeit einer CT-Untersuchung abhängig vom Bewusstseinszustand	S.44
Tabelle 37c Darstellung der CT-Befunde in Abhängigkeit vom Bewusstseinszustand	S.45
Tabelle 37d Darstellung der Häufigkeit der CT-Untersuchungen abhängig vom Auftreten eines Krampfanfalls	S.45
Tabelle 37e Darstellung der Häufigkeit der CT-Untersuchungen abhängig vom Bestehen einer Gerinnungsstörung	S.45
Tabelle 37f Darstellung der Häufigkeit der CT-Untersuchungen abhängig vom Bestehen einer Intoxikation	S.45
Tabelle 37g Darstellung der Häufigkeit der CT-Untersuchungen abhängig vom Bestehen eines Verdachts auf Kindesmisshandlung	S. 45
Tabelle 37h Darstellung der Häufigkeit der CT-Untersuchungen abhängig vom Unfallmechanismus	S.45
Tabelle 37i Darstellung der CT-Befunde abhängig vom Unfallmechanismus	S.46
Tabelle 37j Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Unfallmechanismus	S.46
Tabelle 37k Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Bewusstseinszustand	S.46
Tabelle 37l Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Vorhandensein einer neurologischen Störung	S.46
Tabelle 37m Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig vom Vorhandensein einer Schädelfraktur	S.46
Tabelle 37n Darstellung der Häufigkeit einer stationären Aufnahme abhängig von Liquoraustritt	S.46
Tabelle 38a Darstellung des Zusammenhangs zwischen Unfallursache und dem Ausmaß der Kopfverletzung von 1997-2003	S.48
Tabelle 38b Darstellung des Zusammenhangs zwischen Unfallursache und dem Ausmaß der Kopfverletzung von 1997-2003	S.49
Tabelle 39a Darstellung des Zusammenhangs zwischen Unfallursache und dem Ausmaß der Kopfverletzung von 2009-2010	S.50
Tabelle 39b Darstellung des Zusammenhangs zwischen Unfallursache und dem Ausmaß der Kopfverletzung von 2009-2010	S.50

11 Literaturverzeichnis

- [1] Kochanek P, Bell M, Bayir H. Quo vadis 2010? - Carpe Diem: Challenges and Opportunities in Pediatric Traumatic Brain Injury. *Developmental Neuroscience* 2010;32:335–42.
- [2] Vetter C. Schädel-Hirn-Trauma bei Kindern: Frührehabilitation statt Schonung. *Deutsches Ärzteblatt* 1997; 94(51-52): A-3440 / B-2897 / C-2693. [6/2012]
- [3] Bühring P. Schädel-Hirn-Verletzungen: Folgeschäden vermeiden. *Deutsches Ärzteblatt* 2006; 8:356.
- [4] Rickel E. Diagnostik und Therapie von Schädel-Hirn-Traumen. *Der Chirurg* 2009;80:153-162.
- [5] Fischer B, Wit J. Das Schädel-Hirn-Trauma des Kindes in der Notfallambulanz. *Unfallchirurg* 2007;110: 226–32.
- [6] Thurman DJ, Coronado V, Selassie A. The epidemiology of TBI. In: Zasler ND, Katz DI, Zafonte RD, editors. *Implications for public health. Brain Injury Medicine*. New York. Demos Medical 2007:44–5.
- [7] Matschke J, Hermann B, Sperhake J, Körber F, Bajanowski T, Glatzel M. Das Schütteltrauma-Syndrom: Eine häufige Form des nicht akzidentellen Schädel-Hirn-Traumas im Säuglings und Kleinkindesalter. *Deutsches Ärzteblatt* 2009;106:211–7.
- [8] Stöver, Brigitte. Kindesmisshandlung-Bildgebende Diagnostik; *Radiologie up2date* 2001;3: 259-274.
- [9] Staatz G, Honnef D, Piroth W, Radkow T, editors. *Kinderradiologie: Schädel-Hirn-Trauma*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2007.
- [10] Gesellschaft für Kinderchirurgie. AWMF online. Leitlinien Schädel-Hirn-Trauma (SHT). Gesellschaft für Kinderchirurgie.: AWMF-Leitlinienregister Nr.006/121.
- [11] Yuan W, Holland SK, Schmithorst VJ, Walz NC, Cecil KM, Jones BV et al. Diffusion tensor MR imaging reveals persistent white matter alteration after traumatic brain injury experienced during early childhood. *American Journal of Neuroradiology* 2007;45–9.
- [12] Shorvon S, Neligan A. Risk of epilepsy after head trauma. *Lancet* 2009;373:1060–1.
- [13] Spanos GK, Wilde E, Bigler E, Cleavinger H, Fearing M, Levin H, Li X, Hunter JV. Cerebellar Atrophy after Moderate-to-Severe Pediatric Traumatic Brain Injury. *American Journal of Neuroradiology* 2007; 537–42.
- [14] Vasa RA, Grados M, Slomine B, Herskovits EH, Thompson RE, Salorio C, Christensen J, Wursta C, Riddle MA, Gerring JP. Neuroimaging correlates of anxiety after pediatric traumatic brain injury. *Biological Psychiatry* 2004; 55:208-16.
- [15] Jorge R. Mood and Anxiety Disorders Following Traumatic Brain Injury. Differences Between Military and Nonmilitary Injuries. *Psychiatric Times* 2008; 25.
- [16] Hawley C. Reported problems and their resolution following mild, moderate and severe traumatic brain injury amongst children and adolescents in the UK. *Brain Injury Medicine* 2003:105–29.
- [17] McKenna M, Noble-Haeusslein LJ, Robertson C.L. Preface *Developmental Neuroscience*. *Developmental Neuroscience* 2010;32.
- [18] Richter E. Indikationen zur Röntgenuntersuchung des Schädels. In: Benz-Bohm G (Hrsg). *Kinder-radiologie*. 2. Auflage. Stuttgart:Thieme;2005;32.

- [19] Färber D, Hahn H. Frakturheilung. In: Benz-Bohm G (Hrsg). Kinderradiologie. 2. Auflage. Stuttgart:Thieme;2005;60.
- [20] Alzen G, Benz-Bohm G. Kinderradiologie - Besonderheiten des Strahlenschutzes. Deutsches Ärzteblatt 2011;108:407–14.
- [21] Wildberger JE, Alzen G, Eschmann S, Günther RW. Wirkungsgrad und Wertigkeit radiologischer Diagnostik bei Skeletttraumata im Kindes-und Jugendalter. Radiologe 1995:397–400.
- [22] Kempe CH et al. The Battered-Child Syndrome.Journal of the American Medical Association 1962; 181:17-24.
- [23] Alzen G, Wildberger J. Bildgebung beim traumatisierten Kind. Radiologe 1995:373–7.
- [24] Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin. AWMF online Kindesmisshandlung und Vernachlässigung: AWMF-Leitlinienregister Nr.071/003.
- [25] Jacobi Gert, Dettmeyer R, Banaschak S, Brosig B, Herrmann B. Misshandlung und Vernachlässigung von Kindern - Diagnose und Vorgehen. Deutsches Ärzteblatt 2010;107:231–9.
- [26] Herrmann B. Körperliche Misshandlung von Kindern. Monatsschrift Kinderheilkunde 2002;150:1324–38.
- [27] Levitt A et al. Abusive head trauma. In: Reece R, Ludwig S, editors. Child Abuse: Medical Diagnosis and Management: Abusive head trauma. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott, Williams&Wilkins;2001,177-206.
- [28] Fuchs V.R. The growing demand for medical care. New England Journal of Medicine 1968:190–5.
- [29] Vock,P. CT-Exposition beim Kind: Geht das Erwachen der Amerikaner auch uns Europäer an? Der Radiologe 2002;42:697-702..
- [30] Schlenker R, Schwartz FW, Grobe TG, Behrens K.. Barmer GEK Bundesärztereport. Pressekonferenz der Barmer GEK, Berlin 2011.
<http://presse.barmergek.de/barmer/web/Portale/Presseportal/Subportal/Presseinformationen/Archiv/2011/110201-Arztreport-2011/Pressemappe-Arztreport-2011,property=Data.pdf> [10/2013]
- [31] Galanski M, Nagel H.D,Stamm G. Pädiatrische CT-Expositionspraxis in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage, Medizinische Hochschule Hannover 2005/2006.
- [32] Halley MK et al. Loss of consciousness: When to perform computed tomography? Pediatric Critical Care Medicine 2004;5:230–3.
- [33] Simon B et al. Pediatric Minor Head Trauma: Indications for Computed Tomographic Scanning Revisited. The Journal of Trauma 2001; 51:231–8.
- [34] Murshid WR. Management of minor head injuries: Admission criteria, radiological evaluation and treatment of complications. Acta Neurochirurgica 1998:56–64.
- [35] Davis RL, Mullen N, Makela M, Taylor JA, Cohen W, Rivara FP. Cranial computed tomography scans in children after minimal head injury with loss of consciousness. Annals of Emergency Medicine1994 4: 640-5.
- [36] Haydel M, Preston C, Mills T et al. Indications for computed tomography in patients with minor head injury. New England Journal of Medicine 2000:100–5.

- [37] Stiell I, Wells G et al. The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury. *Lancet* 2001;1391–6.
- [38] Alzen G, Duque-Reina R, Urhahn R, Solbach G. Röntgenuntersuchung bei Traumen im Kindesalter: Klinische und juristische Überlegung bei der Indikationsstellung. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 1992;363–7.
- [39] Mathews JD et al. Cancer risk in 680000 people exposed to computed tomography scans in childhood and adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *British Medical Journal* 2013;346: f 2360.
- [40] Steffen E. Neue Entwicklungslinien der BGH-Rechtssprechung zum Arzthaftungsrecht. 3.Auflage. Köln: Verlag Kommunikationsforum,Recht,Wirtschaft,Steuern.1989;30.
- [41] Kremling H, Goecke C, Solbach G. Forensische Gynäkologie. Stuttgart: Thieme; 1991;30,36
- [42] Alzen G, Stargardt A. Neues Konzept zur rationellen Notfalldiagnostik polytraumatisierter Patienten. *Radiologe* 1995;406–8.
- [43] Kochanek P, et al. Guidelines for the Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children, and Adolescents-Second Edition: Neuroimaging. *Pediatric Critical Care Medicine* 2012;13:33–5.
- [44] Ashwal S, Wycliffe N, Holshouser B. Advanced Neuroimaging in Children with Nonaccidental Trauma. *Developmental Neuroscience* 2010;32:343–60.
- [45] Walz N.C, Cecil KM, Wade SL, Michaud LJ. Late proton magnetic resonance spectroscopy following traumatic brain injury during early childhood: relationship with neurobehavioral outcomes. *Journal of Neurotrauma* 2008;94–103.

12 Anhang

Halley MK et al. [25]

	Pathologischer CT-Befund	Unauffälliger CT-Befund	Gesamt
Auffällige Untersuchung	9	51	60
Unauffällige Untersuchung	4	34	38
Gesamt	13	85	98

Sensitivität: 69% Spezifität 40%, PPV 15%, NPV 89%

Patientenkollektiv 1997-2003

	Pathologischer CT-Befund	Unauffälliger CT-Befund	Gesamt
Auffällige Untersuchung	35	38	73
Unauffällige Untersuchung	32	28	60
Gesamt	67	66	133

Sensitivität =52,24% Spezifität= 42,42%, PPV=47,95%, NPV=49,62% Bei 3 Patienten fehlende Angabe zu neurologischem Befund.

Patientenkollektiv 2009-2010

Tabelle 9 Aussagekraft der neurologischen Untersuchung in Bezug auf CT-Befund

	Pathologischer CT-Befund	Unauffälliger CT-Befund	Gesamt
Auffällige Untersuchung	3	5	8
Unauffällige Untersuchung	11	21	32
Gesamt	14	26	40

1 CT-Befund war nicht verwertbar

Sensitivität 21% Spezifität 81% PPV 21% NPV 66%

13 Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort, Datum

Unterschrift

14 Danksagung

Die Erstellung dieser Arbeit wäre ohne die Hilfe zahlreicher Menschen nicht möglich gewesen. Zunächst möchte ich mich bedanken bei meinem Doktorvater und Betreuer Prof. Dr. G.Alzen, für die Themenvergabe, die Unterstützung während der Bearbeitung und die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes für Doktoranden. Weiterhin gilt mein Dank Frau Claudia Lämmner, die mir in technischen Fragen zur Seite stand. Mein Dank gilt auch den Mitarbeitern der Kinderradiologie , insbesondere Frau Gitta Kraushaar. Bei Herrn Pons-Kühnemann bedanke ich mich für die statistische Beratung. Außerdem möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, welche mir das Studium und die Dissertation ermöglicht haben und mich die ganzen 12 Semester des Medizinstudiums hinweg unterstützt haben.

Gießen, den 25.09.2014

Anne Lisa Maas

